COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

En date du 13 Juillet 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME QUATRE-VINGT-DEUXIÈME.

JANVIER — JUILLET 1876.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,

Quai des Augustins, 55.

1876

ÉTAT DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

AU 1er JANVIER 1876.

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

Section Ire. — *Géométrie.*

Messieurs :

Chasles (Michel) (c. ✵).
Hermite (Charles) (o. ✵).
Serret (Joseph-Alfred) (o. ✵).
Bonnet (Pierre-Ossian) (o. ✵).
Puiseux (Victor-Alexandre) ✵.
Bouquet (Jean-Claude) ✵.

Section II. — *Mécanique.*

Morin (Le général Arthur-Jules) (g. o. ✵).
Saint-Venant (Adhémar-Jean-Claude Barré de) (o. ✵).
Phillips (Édouard) ✵.
Rolland (Eugène) (c. ✵).
Tresca (Henri-Édouard) (o. ✵).
Resal (Henry-Amé) ✵.

Section III. — *Astronomie.*

Liouville (Joseph) (c. ✵).
Le Verrier (Urbain-Jean-Joseph) (g. o. ✵).
Faye (Hervé-Auguste-Étienne-Albans) (c. ✵).
Janssen (Pierre-Jules-César) ✵.
Loewy (Maurice) ✵.
Mouchez (Ernest-Amédée-Barthélemy) (c. ✵).

Section IV. — *Géographie et Navigation.*

Tessan (Louis-Urbain Dortet de) (o. ✵).
Paris (Le Vice-Amiral François-Edmond) (g. o. ✵).
Jurien de la Gravière (Le Vice-Amiral Jean-Pierre-Edmond) (g. o. ✵).
Dupuy de Lôme (Stanislas-Charles-Henri-Laurent) (g. o. ✵).
Abbadie (Antoine-Thompson d') ✵.
Yvon Villarceau (Antoine-Joseph-François) ✵.

ACADÉMICIENS LIBRES.

Messieurs :

SÉGUIER (Le Baron Armand-Pierre) (O. ✻).
BUSSY (Antoine-Alexandre-Brutus) (O. ✻).
BIENAYMÉ (Irénée-Jules) (O. ✻).
LARREY (Le Baron Félix-Hippolyte) (G. O. ✻).
BELGRAND (Marie-François-Eugène) (C. ✻).
COSSON (Ernest-Saint-Charles) ✻.
LA GOURNERIE (Jules-Antoine-René MAILLARD DE) (O. ✻)
LESSEPS (Ferdinand-Marie DE) (G. C. ✻).
BRÉGUET (Louis-François-Clément) ✻.
DU MONCEL (Théodose-Achille-Louis) (O. ✻).

ASSOCIÉS ÉTRANGERS.

OWEN (Richard) (O. ✻), à Londres, *Angleterre*.
EHRENBERG (Christian-Gottfried), à Berlin, *Prusse*.
WÖHLER (Frédéric) (O. ✻), à Göttingue, *Prusse*.
KUMMER (Ernest-Édouard), à Berlin, *Prusse*.
AIRY (Georges-Biddell) ✻, à Greenwich, *Angleterre*.
TCHÉBICHEF (Pafnutij), à Saint-Pétersbourg, *Russie*.
CANDOLLE (Alphonse DE) ✻, à Genève, *Suisse*.
N. . . . .

CORRESPONDANTS.

NOTA. Le règlement du 6 juin 1808 donne à chaque Section le nombre de Correspondants suivant.

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

SECTION Ire. — *Géométrie* (6).

NEUMANN (Franz-Ernest), à Kœnigsberg, *Prusse*.
SYLVESTER (James-Joseph), à Woolwich, *Angleterre*.
WEIERSTRASS (Charles), à Berlin, *Prusse*.
KRONECKER (Léopold), à Berlin, *Prusse*.
N. . . . .
N. . . . .

Section II. — *Mécanique* (6).

Messieurs :

Clausius (Julius-Emmanuel-Rudolf), à Wurtzbourg, *Bavière.*
Caligny (Anatole-François Hüe, Marquis de), à Versailles, *Seine-et-Oise.*
Didion (Isidore) (C. ✻), à Nancy, *Meurthe-et-Moselle.*
Broch (Ole-Jacob), à Christiania, *Norvége.*
Boileau (Pierre-Prosper) (O. ✻), à Versailles, *Seine-et-Oise.*
N. . . . .

Section III. — *Astronomie* (16).

Santini (Giovanni), à Padoue, *Italie.*
Hind (John-Russell), à Londres, *Angleterre.*
Peters (C.-A.-F.), à Altona, *Prusse.*
Adams (J.-C.), à Cambridge, *Angleterre.*
Secchi (Le Père Angelo) (O. ✻), à Rome, *Italie.*
Cayley (Arthur), à Londres, *Angleterre.*
Mac-Lear (Thomas), au Cap de Bonne-Espérance, *Colonie du Cap.*
Struve (Otto-Wilhelm), à Pulkova, *Russie.*
Plantamour (Émile), à Genève, *Suisse.*
Lockyer (Joseph-Norman), à Londres, *Angleterre.*
Roche (Édouard-Albert) ✻, à Montpellier, *Hérault.*
Huggins (William), à Londres.
Newcomb (Simon), à Washington, *États-Unis.*
Tisserand (François-Félix) ✻, à Toulouse, *Haute-Garonne.*
N. . . . .
N. . . . .

Section IV. — *Géographie et Navigation* (8).

Lutke (l'Amiral Frédéric), à Saint-Pétersbourg, *Russie.*
Tchihatchef (Pierre-Alexandre de) (C. ✻), à Saint-Pétersbourg, *Russie.*
Richards (le Capitaine Georges-Henry), à Londres, *Angleterre.*
David (l'abbé Armand), missionnaire en Chine.
Ledieu (Alfred-Constant-Hector) ✻, à Brest, *Finistère*, et à Paris, rue de Madame, 75.
S. M. Don Pedro d'Alcantara, Empereur du Brésil, à Rio-de-Janeiro.
Sabine (le général Edward), à Londres, *Angleterre.*
N. . . . .

Section V. — *Physique générale* (9).

Messieurs :

Plateau (Joseph-Antoine-Ferdinand), à Gand, *Belgique.*
Weber (Wilhelm-Eduard), à Göttingue, *Prusse.*
Hirn (Gustave-Adolphe), au Logelbach, *Haut-Rhin.*
Helmholtz (Hermann-Louis-Ferdinand), à Berlin, *Prusse.*
Mayer (Jules-Robert de), à Heilbronn, *Bavière.*
Kirchhoff (Gustave-Robert), à Heidelberg, *Grand-Duché de Bade.*
Joule (James-Prescott), à Manchester, *Angleterre.*
Billet (F.), à Dijon, *Côte-d'Or.*
N. . . . .

SCIENCES PHYSIQUES.

Section VI. — *Chimie* (9).

Bunsen (Robert-Wilhelm-Eberhard) (O. ✻), à Heidelberg, *Grand-Duché de Bade.*
Malaguti (Faustinus-Jovita-Marianus) (O. ✻), à Rennes, *Ille-et-Vilaine.*
Hofmann (Auguste-Wilhelm), à Londres, *Angleterre.*
Favre (Pierre-Antoine) ✻, à Marseille, *Bouches-du-Rhône.*
Marignac (Jean-Charles Galissard de), à Genève, *Suisse.*
Frankland (Edward), à Londres, *Angleterre.*
Dessaignes (Victor), à Vendôme, *Loir-et-Cher.*
Williamson (Alexander-William), à Londres, *Angleterre.*
Zinin (Nicolas), à Saint-Pétersbourg, *Russie.*

Section VII. — *Minéralogie* (8).

Damour (Augustin-Alexis) (O. ✻), à Villemoisson, *Seine-et-Oise.*
Miller (William Hallowes), à Cambridge, *Angleterre.*
Leymerie (Alexandre-Félix-Gustave-Achille) ✻, à Toulouse.
Kokscharow (Nicolas de) à Saint-Pétersbourg, *Russie.*
Studer (Bernard), à Berne, *Suisse.*
N. . . . .
N. . . . .
N. . . . .

Section VIII. — *Botanique* (10).

Messieurs :

LESTIBOUDOIS (Gaspard-Thémistocle) ✻, à Lille, *Nord*.
SCHIMPER (Guillaume-Philippe) ✻, à Strasbourg.
BRAUN (Alexandre), à Berlin, *Prusse*.
HOFMEISTER (Friedrich-Wilhelm), à Heidelberg, *Grand-Duché de Bade*.
HOOKER (Jos. Dalton), à Kew, *Angleterre*.
PRINGSHEIM (Nathanael), à Berlin, *Prusse*.
PLANCHON (Jules-Émile), à Montpellier, *Hérault*.
WEDDELL (Hugues-Algernon) ✻, à Poitiers, *Vienne*.
BENTHAM (George), à Londres, *Angleterre*.
N. . . . .

Section IX. — *Économie rurale* (10).

GIRARDIN (Jean-Pierre-Louis) (O. ✻), à Rouen, *Seine-Inférieure*.
KUHLMANN (Charles-Frédéric) (C. ✻), à Lille, *Nord*.
PIERRE (Isidore) ✻, à Caen, *Calvados*.
CHEVANDIER DE VALDRÔME (Eugène-Jean-Pierre-Napoléon) (O. ✻), à Cirey-lès-Forges, *Meurthe-et-Moselle*.
REISET (Jules) (O. ✻), à Écorchebœuf, *Seine-Inférieure*.
MARTINS (Charles-Frédéric) (O. ✻), à Montpellier, *Hérault*.
VIBRAYE (le Marquis Guillaume-Marie-Paul-Louis HURAULT DE), à Cheverny, *Loir-et-Cher*.
VERGNETTE-LAMOTTE (le Vicomte Gérard-Élisabeth-Alfred DE), à Beaune, *Côte-d'Or*.
MARÈS (Henri-Pierre-Louis) ✻, à Montpellier, *Hérault*.
CORNALIA (Émile-Balthazar-Marie), à Milan, *Italie*.

Section X. — *Anatomie et Zoologie* (10).

DE BAER, à Saint-Pétersbourg, *Russie*.
VAN BENEDEN (Pierre-Joseph), à Louvain, *Belgique*.
DE SIEBOLD (Charles-Théodore-Ernest), à Munich, *Bavière*.
BRANDT, à Saint-Pétersbourg, *Russie*.
LOVÉN, à Stockholm, *Suède*.
MULSANT (Étienne), à Lyon, *Rhône*.
STEENSTRUP (Japetus), à Copenhague, *Danemark*.
DANA (James-Dwight), à New-Haven, *États-Unis*.
CARPENTER (Guillaume-Benjamin), à Londres, *Angleterre*.
JOLY (Nicolas), à Toulouse, *Haute-Garonne*.

Section XI. — *Médecine et Chirurgie* (8).

Messieurs :

Virchow (Rodolphe de), à Berlin, *Prusse*.
Bouisson (Étienne-Frédéric) ✻, à Montpellier, *Hérault*.
Ehrmann (Charles-Henri) (o. ✻), à Strasbourg, *Bas-Rhin*.
Gintrac (Élie) (o. ✻), à Bordeaux, *Gironde*.
Rokitanski, à Vienne, *Autriche*.
Lebert (Hermann) (o. ✻), à Breslau, *Silésie*.
Ollier (Louis-Xavier-Édouard-Léopold) (o. ✻), à Lyon, *Rhône*.
Tholozan (Joseph-Désiré) (o. ✻), à Téhéran, *Perse*.

Commission pour administrer les propriétés et fonds particuliers de l'Académie.

Chasles,
Decaisne,
Et les Membres composant le Bureau.

Conservateur des Collections de l'Académie des Sciences.

Becquerel.

Changements survenus dans le cours de l'année 1875.

(*Voir* à la page 17 de ce volume.)

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 3 JANVIER 1876.

PRÉSIDENCE DE M. LE VICE-AMIRAL PARIS.

RENOUVELLEMENT ANNUEL

DU BUREAU ET DE LA COMMISSION ADMINISTRATIVE.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Vice-Président pour l'année 1876, lequel doit être choisi, cette année, parmi les Membres de l'une des Sections des Sciences physiques.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 53,

M. Peligot obtient.	50 suffrages.
M. Becquerel.	1 »
M. Daubrée.	1 »

Il y a un billet blanc.

M. Peligot, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de deux Membres qui seront appelés à faire partie de la Commission centrale administrative.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 45,

M. Chasles obtient.	40	suffrages.
M. Decaisne.	40	»
M. Morin.	3	»
M. Chevreul.	2	»
M. Becquerel.	1	»
M. Bouillaud..	1	»
M. Brongniart.	1	»

Il y a un billet blanc.

MM. **Chasles** et **Decaisne**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, sont élus Membres de la Commission.

Conformément au Règlement, le Président sortant de fonctions doit, avant de quitter le Bureau, faire connaître à l'Académie l'état où se trouve l'impression des Recueils qu'elle publie et les changements arrivés parmi les Membres et les Correspondants de l'Académie dans le cours de l'année.

M. **Fremy** donne à cet égard les renseignements suivants :

État de l'impression des Recueils de l'Académie au 1er janvier 1876.

Volumes publiés.

Comptes rendus de l'Académie. — Le tome LXXVIII (1er semestre 1874), et le tome LXXIX (2e semestre 1874) ont paru avec leur Table.

Les numéros ont été mis en distribution chaque semaine avec la régularité habituelle.

Volumes en cours de publication.

Mémoires de l'Académie. — Le tome XXXIX est divisé en deux parties et réservé aux travaux de M. Chevreul.

La première partie renferme des recherches chimiques sur la Teinture; treize feuilles de ce Mémoire sont tirées. L'imprimerie a épuisé sa copie.

La deuxième partie contient les Mémoires suivants :

D'une erreur de raisonnement très-fréquente dans les Sciences du res-

sort de la philosophie naturelle qui concernent le concret. Ce Mémoire occupe treize feuilles;

La Science devant la grammaire. Huit feuilles;

L'enseignement devant l'étude de la vision. Quatorze feuilles;

L'explication de nombreux phénomènes qui sont une conséquence de la vieillesse. Quarante feuilles.

Ce demi-volume se terminera par un Mémoire intitulé : « Histoire des principales opinions que l'on a eues de la nature chimique des corps de l'espèce chimique et de l'espèce vivante ». Le manuscrit sera donné sous peu de temps à l'imprimerie; les planches qui accompagnent ce travail sont gravées et tirées.

Le tome XL est entièrement terminé et sera distribué dans peu de jours. Il renferme les Mémoires dont l'indication suit :

M. Dupuy de Lôme, sur l'aérostat à hélice;

M. Ed. Becquerel, sur l'analyse de la lumière émise par les composés d'uranium phosphorescents;

M. Becquerel père, sur le mode d'intervention de l'eau et sur les forces électromotrices dans les actions chimiques;

MM. Becquerel père et fils, sur la température de deux sols semblables, l'un dénudé, l'autre couvert de gazon;

M. Becquerel père, sur la dynamique chimique; sur la formation de diverses substances cristallisées dans les espaces capillaires; sur l'intervention des forces physico-chimiques dans les phénomènes de nutrition; M. Ch. Robin, sur le développement embryogénique des Hirudinées; ce dernier Mémoire est accompagné de dix-neuf planches lithographiées.

Le tome XLI, réservé aux travaux de la Commission du Passage de Vénus, est divisé en deux parties. La seconde partie a été distribuée l'an dernier.

La première partie est en cours d'impression, elle contiendra le résumé des procès-verbaux des séances tenues par la Commission.

Vingt-deux feuilles sont en bons à tirer. La composition continue.

Le tome XLII, dont on réunit en ce moment les matériaux, aura également deux parties, qui contiendront les Rapports des observateurs et la discussion des observations.

Mémoires des Savants étrangers. — Le tome XXI a été distribué au mois de février dernier.

Le tome XXII va être mis en distribution sous peu de jours; il renferme les Mémoires suivants :

Mémoire sur le dédoublement de l'oxyde de carbone sous l'action combinée du fer métallique et des oxydes de ce métal, par M. L. Gruner;

Mémoire sur les fonctions caractéristiques des divers fluides et sur la théorie des vapeurs, par M. F. Massieu;

Recherches expérimentales sur la durée de l'étincelle électrique, par MM. Félix Lucas et Achille Cazin;

Théorèmes généraux sur l'équilibre et le mouvement des systèmes matériels, par M. Félix Lucas;

Recherches sur le *Phylloxera vastatrix* et sur la nouvelle maladie de la vigne, par M. Duclaux;

Études sur la nouvelle maladie de la vigne, par M. Maxime Cornu;

Étude sur la ventilation d'un transport-écurie, par M. L.-E. Bertin;

Note sur la résistance des carènes dans le roulis des navires et sur les qualités nautiques, par *le même;*

Recherches sur les végétaux silicifiés d'Autun. — Étude sur le *Sigillaria spinulosa*, par MM. B. Renault et Grand'Eury;

Étude sur le genre *Myelopteris,* par M. B. Renault;

Nouveaux procédés d'analyse médiate des roches et leur application aux laves de la dernière éruption de Santorin, par M. Fouqué;

Sur les surfaces trajectoires des points d'une figure de forme invariable dont le déplacement est assujetti à quatre conditions, par M. A. Mannheim;

Sur la maladie de la vigne et sur son traitement par le procédé de la submersion, par M. Louis Faucon;

Mémoire sur la reproduction du Phylloxera du chêne, par M. Balbiani;

De l'élasticité dans les machines en mouvement, par M. X. Kretz;

Étude sur les vignes d'origine américaine qui résistent au Phylloxera, par M. A. Millardet.

Le tome XXIII, réservé au Mémoire de M. Boussinesq, sur la théorie des eaux courantes, a cinquante-six feuilles tirées, les feuilles cinquante-sept à soixante-cinq sont en bons à tirer. La fin de ce Mémoire, accompagné d'une première Note additionnelle, est en placards. L'auteur en revoit les épreuves.

Le tome XXIV renferme le Mémoire de M. Grand'Eury, portant pour titre : « Flore carbonifère du département de la Loire ». Vingt-quatre

feuilles de ce travail sont tirées, les feuilles vingt-cinq à quarante-trois sont en bons à tirer; la fin du Mémoire est à la mise en pages.

Les vingt-huit planches qui l'accompagnent sont tirées.

Ce volume contiendra les dernières additions et éclaircissements au Mémoire de M. Boussinesq, inséré au tome XXIII. Vingt-cinq placards sont en correction.

Le tome XXV contient le Mémoire de M. P.-A. Favre, sur la transformation et l'équivalence des forces chimiques. Les vingt-quatre feuilles qui composent ce Mémoire sont tirées.

On insérera dans ce volume :

Le Mémoire de M. Maurice Girard, sur le Phylloxera dans les Charentes, dont toutes les feuilles sont bonnes à tirer.

Le Mémoire de MM. Cornu et Mouillefert, intitulé : « Expériences faites à la station viticole de Cognac, dans le but de trouver un procédé efficace pour combattre le Phylloxera.

Les trente feuilles de ce Mémoire sont en bons à tirer.

Le Mémoire de M. E. Azam, renfermé dans une seule feuille, accompagné d'une carte représentant le Phylloxera dans la Gironde, est en bon à tirer.

Le Mémoire de M. Boutin aîné, intitulé : « Études d'analyses comparatives sur la vigne saine et sur la vigne phylloxérée ». Ce travail se composera de trois feuilles, dont l'auteur aura bientôt revu les épreuves.

Changements arrivés parmi les Membres depuis le 1er janvier 1875.

Membres décédés.

« *Section d'Astronomie :* M. **Mathieu**, le 5 mars.

» *Associé étranger :* Sir **Ch. Wheatstone**, le 19 octobre.

Membre élu.

» *Section d'Astronomie :* M. **Mouchez**, le 19 juillet, en remplacement de M. **Mathieu**, décédé.

Membre à remplacer.

» *Associé étranger :* Sir **Ch. Wheatstone**, décédé.

Changements arrivés parmi les Correspondants depuis le 1er janvier 1875.

Correspondants décédés.

» *Section de Géométrie :* M. **Lebesgue**, à Bordeaux, le 10 juin.

» *Section de Mécanique :* M. **Séguin**, à Montbard, le 24 février.

» *Section d'Astronomie :* M. **Argelander**, à Bonn, le 17 février.

» *Section de Minéralogie :* M. **d'Omalius d'Halloy**, à Halloy, le 15 janvier; Sir **Ch. Lyell**, à Londres, le 22 février.

» *Section de Botanique :* M. **Thuret**, à Antibes, le 11 mai.

Correspondants élus.

» *Section de Mécanique :* M. **Broch**, à Christiana, le 11 janvier, en remplacement de M. **Burdin**, décédé; M. **Boileau**, à Versailles, le 22 mars, en remplacement de M. **Fairbairn**, décédé.

» *Section de Géographie et Navigation :* S. M. Don **Pedro d'Alcantara**, Empereur du Brésil, le 1er mars, en remplacement de M. **de Wrangell**, décédé; M. le Général **Sabine**, à Londres, le 12 avril, en remplacement de M. **Chazallon**, décédé.

» *Section de Botanique :* M. **Bentham**, à Londres, le 24 mai, en remplacement de M. **de Candolle**, élu Associé étranger.

» *Section d'Anatomie et Zoologie :* M. **Joly**, à Toulouse, le 29 mars, en remplacement de M. **P. Gervais**, élu Membre titulaire.

Correspondants à remplacer.

» *Section de Géométrie :* M. **Tchébichef**, à Saint-Pétersbourg, élu Associé étranger, le 18 mai 1874; M. **Lebesgue**, à Bordeaux, décédé le 10 juin 1875.

» *Section de Mécanique :* M. **Séguin**, à Montbard, décédé le 24 février 1875.

» *Section d'Astronomie :* M. **Hansen**, à Gotha, décédé le 28 mars 1874; M. **Argelander**, à Bonn, décédé le 17 février 1875.

» *Section de Géographie et Navigation :* M. **Livingstone**, à . . . , décédé le 1er mai 1873.

» *Section de Physique générale* : M. **Angström**, à Upsal, décédé le 21 juin 1874.

» *Section de Minéralogie* : M. **Naumann**, à Lepzig, décédé le 26 novembre 1873; M. **d'Omalius d'Halloy**, à Halloy, décédé le 15 janvier 1875; Sir **Ch. Lyell**, à Londres, décédé le 22 février 1875.

» *Section de Botanique* : M. **Thuret**, à Antibes, décédé le 11 mai 1875. »

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MAGNÉTISME. — *Sur la constitution intérieure des aimants;* par M. **J. Jamin**.

« Dans un aimant saturé, de longueur infinie, les intensités magnétiques y sont exprimées par la formule $y = A k^{-x}$, ce qui représente une courbe d'autant plus allongée que k est plus petit; $\frac{1}{k}$ est ce que j'ai nommé *coefficient de conductibilité*. Pour un même acier en ses divers états, A est invariable, mais la conductibilité augmente avec le recuit et prend sa plus petite valeur quand il a été trempé au rouge blanc, dans l'eau froide. Si maintenant on compare entre eux les divers aciers trempés, on reconnaît que cette conductibilité minima est d'autant moindre que le degré d'aciération est plus élevé. Mais ceux du commerce ne contenant pas plus de $\frac{1}{100}$ de carbone, j'ai fait préparer par M. Dalifol une série d'aciers qui ont été soumis à des cémentations répétées, puis fondus, qui sont de plus en plus carburés et dont les derniers ne supportent pas la forge. Trempés au rouge blanc, ils sont de plus en plus durs, inattaquables par les acides, excepté l'eau régale, de moins en moins conducteurs du magnétisme, et, qui plus est, de moins en moins magnétiques. Les derniers sont à peine attirés par un électro-aimant, à peine aimantés dans une forte bobine soit pendant, soit après le passage du courant (*Comptes rendus*, t. LXXVII, p. 91).

» J'ai expliqué ces faits en admettant que ces aciers qui conduisent mal le magnétisme dans le sens de leur longueur le conduisent mal également dans leur profondeur, que leur aimantation, considérable à la surface externe, décroît de cette surface au centre, et que, pour les plus cé-

mentés, la couche magnétisée ne dépasse pas l'épaisseur d'un vernis. J'ai de plus établi que la loi du décroissement du magnétisme est donnée par la formule précédente. Ces idées ayant été récemment contestées par des expériences peu précises et mal interprétées, je viens les défendre et les préciser par des études plus complètes.

» Je prends comme exemple un acier de M. Dalifol, bien homogène, bien trempé, très-dur et fort peu conducteur. Ses dimensions étaient : longueur 280 millimètres, largeur 50 millimètres, épaisseur $10^{mm},6$. Après l'avoir aimanté à saturation et maintenu au repos pendant quelques jours pour l'amener à son équilibre définitif, je l'ai dissous peu à peu dans l'eau régale froide, le retirant de temps en temps pour mesurer son épaisseur e et la totalité de son magnétisme M, continuant l'opération sans interruption, aussi rapidement que possible, pendant toute une journée. Voici les résultats :

e.	M.	Différence pour $0^{mm},1$.	Fraction enlevée d'épaisseur.	Fraction enlevée de magnétisme.
mm 10,6	mm 25,00	»	»	»
10,5	22,90	2,10	0,009	0,084
10,4	21,26	1,64	0,018	0,142
10,3	20,05	1,21	0,028	0,198
10,2	19,00	1,05	0,037	0,240
10,0	17,25	0,85	0,056	0,310
9,9	16,62	0,63	0,066	0,335
9,4	14,08	0,43	0,113	0,436
8,9	12,20	0,35	0,160	0,512
8,6	11,45	0,25	0,188	0,550
8,4	11,00	0,20	0,207	0,564

» Les valeurs de M satisfont sensiblement à l'équation $M = Ae + Be^3$. La troisième colonne contient les pertes de magnétisme pour des décroissements successifs d'épaisseur, égaux à $0^{m},1$. Ces pertes, d'abord égales à 2,10, diminuent régulièrement jusqu'à 0,20; la densité de la couche magnétique décroît donc de la surface au centre.

» La quatrième colonne contient les fractions d'épaisseur enlevée; la cinquième, les fractions de magnétisme disparu. Celles-ci sont toujours plus grandes que celles-là. Quand l'épaisseur décroît de $\frac{1}{15}$, le magnétisme diminue de $\frac{5}{15}$; si l'on enlève $\frac{1}{6}$ d'épaisseur, on enlève la moité de l'aimantation. Autrement : en usant de chaque côté $\frac{2}{10}$ de millimètre, on prend le quart du magnétisme total, et pour $1^{mm},1$, près des $\frac{2}{3}$. Les deux tiers du magnétisme étaient donc confinés dans une couche de $1^{mm},1$ d'épaisseur envelop-

pant un noyau de $8^{mm},4$ qui conserve environ le tiers seulement de l'aimantation totale.

» Si l'on vient à réaimanter ce noyau de $8^{mm},4$, on lui rend un magnétisme total égal à 23,5, presque autant que la lame primitive avant son usure. On voit que, par cette réaimantation, une nouvelle couche magnétique se refait à la surface, remplace celle qui avait été enlevée, et lui est presque égale, peut elle-même s'enlever comme la première et se remplacer comme elle dans les épaisseurs sous-jacentes.

» Pour un acier encore plus cémenté, l'aimantation se cantonne dans une épaisseur encore plus petite; mais, dans les aciers du commerce qui sont beaucoup plus conducteurs, l'aimantation pénètre à peu près uniformément dans la masse entière, comme il était facile de le prévoir (*).

» Ces résultats sont conformes à la théorie. Si l'on admet que, dans une lame d'épaisseur 2E, l'aimantation décroisse à partir des deux faces suivant la même loi que dans le sens de la longueur on trouve qu'elle est exprimée par la formule

$$y = A\left(k^{-(E-x)} + k^{-(E+x)}\right);$$

x est compté à partir du milieu de la lame. Pour avoir la quantité totale M de magnétisme comprise dans cette lame de $-e$ à $+e$, c'est-à-dire réduite à l'épaisseur $2e$, il faut intégrer $y\,dx$ de $+e$ à $-e$, ce qui donne

$$(1) \qquad M = \frac{2A}{l.k} k^{-E}\left(k^{e} - k^{-e}\right)$$

ou, en développant en série,

$$(2) \qquad M = 4A\,k^{-E}\left(e + \frac{e^3}{1.2.3}\,l^2 k + \ldots\right),$$

formule conforme aux mesures précédentes.

(*) C'est le cas de MM. Trève et Durassier. Ils mesurent la quantité de magnétisme par le sinus de la déviation imprimée par l'aimant à une boussole voisine. Tous les physiciens savent que cette méthode ne mesure rien quand la boussole est rapprochée et la déviation grande. Mais admettons qu'elle soit bonne; il faudrait au moins la calculer exactement. La quantité de magnétisme serait exprimée non par le sinus, mais par la tangente de la déviation, comme dans la boussole dite *des tangentes*. En corrigeant cette faute de calcul dans les expériences de MM. Trève et Durassier, on voit que le magnétisme n'est pas proportionnel au poids de l'acier, qu'il est représenté non par une droite, mais par une courbe, et que le magnétisme est plus dense à la surface qu'au centre. En résumé : 1° le magnétisme n'est pas proportionnel au poids de l'acier; 2° la méthode employée est insuffisante; 3° il y a une faute dans le calcul des expériences; 4° quand on la corrige, on trouve des résultats conformes aux miens.

» Cependant l'expérience de la dissolution d'un aimant est loin d'être simple.

» Des expériences nombreuses, qui seront développées dans un prochain Mémoire, prouvent que l'aimantation résiduelle du noyau est fonction de la durée plus ou moins rapide de la dissolution, de la longueur de l'acier et d'une foule de circonstances perturbatrices. Si les résultats précédents suffisent pour prouver la concentration du magnétisme à la surface, ils ne peuvent servir à trouver la loi exacte des distributions intérieures : on va suivre une autre marche.

» J'aimante la lame après avoir appliqué à ses extrémités, sur les deux faces, deux longues armatures de fer doux, serrées par des vis de pression. On sait qu'alors elle reçoit, comme si elle était infinie, toute la quantité de magnétisme que peut contenir sa ceinture moyenne; je mesure ce magnétisme, puis, ayant réduit la lame dans l'eau régale, repoli sa surface à la meule et remis les armatures, je recommence l'aimantation et sa mesure. A chaque opération ainsi faite, je détermine donc la somme de magnétisme M que prend, à saturation, un même acier de longueur infinie et d'épaisseur décroissante E.

» D'autre part, cette quantité de magnétisme est exprimée par la formule (1); en supposant $e = E$, on a

$$(3) \qquad M = \frac{2A}{l.k}(1 - k^{-2E}); \qquad \frac{M}{1 - k^{-2E}} = \frac{2A}{l.k} = \text{const.}$$

» Pour déterminer la constante k il suffit de prendre sur la courbe deux valeurs M et M_1 correspondant à deux épaisseurs 2E et E

$$M = \frac{2A}{l.k}(1 - k^{-2E}), \quad M_1 = \frac{2A}{l.k}(1 - k^{-E}).$$

» Posons $k^{-E} = z$, $k^{-2E} = z^2$, et, en divisant,

$$\frac{M}{M_1} = \frac{1 - z^2}{1 - z},$$

ce qui est une équation du second degré dont les racines sont, l'une $z' = 1$ qui ne satisfait pas à la question, l'autre $z'' = k^{-E} = \frac{M}{M_1} - 1$, en prenant le millimètre pour unité d'épaisseur, la valeur moyenne de k a été trouvée égale à 1,0853. Le tableau suivant montre, conformément à la formule, que le quotient de M par $1 - k^{-2E}$ est une quantité constante. Nous ad-

mettrons en conséquence la loi de décroissement du magnétisme à l'intérieur exprimée par la formule (3).

E.	M.	$\frac{M}{1-k^{-2E}}$.	E.	M.	$\frac{M}{1-k^{-2E}}$.
10,9	51,00	61,11	6,8	40,0	58,57
10,5	49,5	60,07	6,2	38,0	59,22
9,9	49,22	61,06	5,7	36,0	58,99
9,5	48,10	60,69	5,2	34,0	38,66
9,10	46,0	59,10	4,9	33,0	59,39
8,5	45,5	60,25	4,1	28,7	58,24
8,4	44,6	59,37	4,4	31,0	59,61
8,15	44,10	59,49	3,7	26,7	58,49
7,6	43,0	60,07	2,95	22,6	58,61
7,2	40,5	57,26	2,50	20,0	59,00

» En discutant cette formule, on voit que si E augmente, k^{-2E} diminue et M augmente. Ainsi le magnétisme croît avec l'épaisseur du barreau.

» A partir d'une épaisseur suffisante, d'autant plus petite que k est plus grand, l'aimantation n'augmente plus avec E et prend une valeur limite

$$M_1 = \frac{2A}{l.k}.$$

Cette valeur limite est d'autant moindre que k est plus grand, ou l'acier moins conducteur; d'où il suit que les aciers très-cémentés et trempés doivent s'aimanter très-peu et également sous toute épaisseur : c'est ainsi qu'on explique ces singuliers aciers qui ne sont plus magnétiques.

» On peut écrire, en développant k^{-E},

$$M = 4AE\left(1 - \frac{El.k}{12} + \ldots\right).$$

Si l'on suppose que E croisse de E à nE;

$$M = 4AnE\left(1 - \frac{nEl.k}{1.2} + \ldots\right);$$

mais, si l'on superposait n lames d'épaisseur E, on aurait

$$M_1 = 4AnE\left(1 - \frac{El.k}{1.2} + \ldots\right).$$

Le rapport

$$\frac{M_1}{M} = \frac{2 - El.k + \ldots}{2 - nEl.k + \ldots}$$

croît avec n; d'où l'on voit qu'un faisceau de n lames sera toujours plus

fort qu'un barreau unique du même acier qui aurait les mêmes dimensions, et le rapport croîtra indéfiniment avec le nombre des lames. Cela justifie l'emploi des lames minces dans la construction des aimants. »

THERMOCHIMIE. — *Nouvelles recherches thermiques sur la formation des composés organiques. Acétylène;* par M. **Berthelot**.

« 1. L'étude de la formation des composés organiques m'a conduit à en examiner le mécanisme général, c'est-à-dire la nature et la grandeur du travail des forces moléculaires, ce dernier étant mesuré par les quantités de chaleur dégagées. Après avoir établi (*Annales de Chimie et de Physique,* 3e série, t. VI, p. 329) que ces quantités pouvaient être déduites des chaleurs de combustion, méthode irréprochable en principe, mais qui fait dépendre les valeurs cherchées de la différence entre des valeurs beaucoup plus grandes, j'ai cherché des méthodes plus directes, fondées sur les réactions de la voie humide, et susceptibles d'être réalisées dans les conditions plus précises du calorimètre ordinaire. C'est ainsi que j'ai étudié successivement la formation des *composés nitriques et nitrés* (*Comptes rendus,* t. LXXIII, p. 260); celle de la *série du cyanogène* (*Annales de Chimie et de Physique,* 5e série, t. V, p. 433); celle des *acides formique et oxalique* (même volume, p. 289); la formation des *alcoolates, phénates* (même recueil, 4e série, t. XXIX, p. 289) et autres *sels des acides organiques* (même recueil, 5e série, t. IV, p. 80 et t. VI, p. 325); celle des *chlorures acides et acides anhydres* (en commun avec M. Louguinine, même recueil, 5e série, t. VI, p. 289); je vais présenter maintenant à l'Académie mes expériences sur l'*acétylène*, sur l'*aldéhyde,* et sur la *formation des éthers au moyen des carbures d'hydrogène et des alcools,* problème le plus général peut-être qui soit en Chimie organique.

» 2. J'ai oxydé l'acétylène par le permanganate de potasse. En rendant ce réactif tour à tour alcalin et acide, on peut brûler complétement l'acétylène et le changer en eau et acide carbonique. C'est ce que j'ai vérifié par des dosages rigoureux, en complétant la réduction du réactif à l'aide d'une solution titrée d'acide oxalique. Par exemple, le poids de l'acétylène absorbé (déterminé par la pesée directe de la liqueur) étant $0^{gr},1595$, le poids de l'oxygène consommé dans son oxydation a été trouvé égal à $0^{gr},492$. Le calcul indique $0^{gr},491$.

» 3. Voici comment j'ai mesuré la chaleur dégagée par cette oxydation, à l'aide d'un procédé qui s'applique à beaucoup de réactions analogues, et

qui comporte des manipulations moins compliquées et une pesée de la matière plus certaine que les combustions opérées au moyen de l'oxygène libre.

» *Préliminaires.* — On place dans une fiole 500 centimètres cubes d'une solution de permanganate de potasse très-pur, renfermant 10 grammes au litre; puis 25 centimètres cubes d'une solution de potasse; la fiole est pourvue d'un bouchon à trois trous, dont deux destinés à l'entrée et à l'issue des gaz. Le dernier trou reçoit la tige d'un thermomètre calorimétrique : la fiole elle-même, dont on connaît la valeur en eau, est destinée à servir de calorimètre. On la pèse avec le bouchon, les tubes, le thermomètre, etc., sur une balance sensible au demi-milligramme, en prenant comme tare un vase de même verre et de même surface; puis on place la fiole dans la double enceinte entourée d'eau qui sert à mes expériences ordinaires : on suit la marche du thermomètre de minute en minute, pendant un quart d'heure.

» *Première phase.* — On fait alors arriver lentement l'acétylène pur et sec en le déplaçant du flacon qui le renferme par un écoulement de mercure. On agite sans cesse la fiole; quand le thermomètre s'est élevé de 4 à 5 degrés, ce qui exige vingt minutes environ, on arrête le gaz : la réaction continue d'elle-même (probablement par suite de la destruction lente d'un peu de formiate, transitoirement formé) et le maximum est atteint sept à huit minutes plus tard; il persiste pendant trois minutes; puis le thermomètre baisse, et l'on en suit la marche pendant vingt minutes. Cela fait, on pèse la fiole : son accroissement de poids est égal au poids de l'acétylène absorbé.

» Après la pesée, qui dure dix minutes, la température de la fiole ayant baissé d'un tiers de degré, on la replace dans l'enceinte et l'on suit de nouveau la marche du thermomètre pendant cinq minutes. On prend alors la fiole, on la refroidit à l'aide d'un filet d'eau froide, de façon à en abaisser la température de 1°,5 environ; on la replace dans l'enceinte et l'on mesure la vitesse du refroidissement qui répond à cette nouvelle température. On refroidit encore et l'on mesure la vitesse du refroidissement pour une température plus basse que la précédente de 1°,5. Enfin on ramène la température de la fiole au voisinage de la température initiale, et l'on mesure une dernière fois la vitesse du refroidissement : ce qui sert de contrôle à la mesure initiale.

» On possède alors toutes les données nécessaires pour calculer la cha-

leur dégagée pendant les vingt minutes de la réaction, sans avoir besoin de faire aucune hypothèse théorique sur la vitesse du refroidissement : celle-ci étant donnée, pour chacune des températures qui se sont succédé, par une courbe dressée empiriquement, méthode que j'ai coutume d'employer dans les cas de ce genre. J'ajouterai que la correction du refroidissement est faible dans les conditions où j'opère. Par exemple, le maximum surpassant de $4^{\circ},940$ la température initiale, la correction totale du refroidissement a été trouvée à $0^{\circ},136$, c'est-à-dire à $\frac{1}{40}$ environ de la valeur totale.

» Le poids de l'acétylène absorbé était $0^{gr},1595$.

» La chaleur dégagée pendant cette première phase est énorme : elle a été trouvée, dans deux expériences, égale à $456^{Cal},2$, et $456,0$ pour $C^4H^2 = 26^{gr}$. Mais cette quantité de chaleur ne répond pas à une réaction simple et bien connue; outre que le carbonate formé est mêlé d'oxalate (1), l'oxyde de manganèse précipité n'offre pas une composition certaine et entraîne de la potasse en combinaison. Il est donc nécessaire de tout ramener à un état final absolument défini.

» *Deuxième phase.* — A cet effet, on calcule la proportion d'acide oxalique nécessaire pour compléter la réduction du permanganate; on prend cette proportion, et même un peu plus, dissoute dans 50 parties d'eau ; on mélange la liqueur avec une solution étendue d'acide sulfurique renfermant un poids connu de cet acide, dans le rapport de 30 à 40 équivalents pour 1 équivalent de permanganate primitif; le tout est additionné avec une quantité d'eau telle que le volume total de la liqueur égale une fois et demie à deux fois le volume d'eau nécessaire pour dissoudre complétement tout l'acide carbonique qui va être formé, tant aux dépens de l'acétylène que de l'acide oxalique. Cette masse est introduite dans un grand calorimètre de platine et l'on en prend la température.

» D'autre part, on amène à la même température, ou sensiblement, la liqueur obtenue par la première réaction du permanganate alcalin sur l'acétylène, liqueur qui renferme de l'oxyde de manganèse en suspension. On la verse alors dans le calorimètre de platine; on rince la fiole avec quelques centimètres cubes de la liqueur oxalico-sulfurique, mis de côté à cet effet; on verse aussi ce résidu dans le grand calorimètre.

(1) La proportion d'oxalate est faible dans ces conditions, où l'acétylène se trouve tout d'abord en présence d'un grand excès de permanganate faiblement alcalin. Pour obtenir beaucoup d'oxalate, il faut, au contraire, faire tomber goutte à goutte le permanganate très-alcalinisé dans une atmosphère d'acétylène, en attendant la décoloration avant d'ajouter une nouvelle dose de réactif.

» J'ai encore opéré le mélange des deux liqueurs par un autre procédé, peut-être plus exact, qui consiste à immerger la fiole, remplie de permanganate en partie réduit, dans le grand calorimètre de platine, remfermant à l'avance la liqueur oxalico-sulfurique; on prend la température des deux liqueurs, puis on brise entièrement le fond de la fiole, et on mêle les deux liquides par des mouvements rapides.

» Quel que soit le procédé du mélange, l'oxydation s'effectue aussitôt, et la liqueur se décolore complétement dans un espace de temps qui ne dure pas plus de trois à quatre minutes.

» On suit encore la vitesse de refroidissement consécutif, lequel n'a entraîné cette fois qu'une correction égale à la deux cent cinquantième partie de la chaleur mesurée, c'est-à-dire presque négligeable.

» *Calcul.* — Ces données obtenues, on calcule la chaleur dégagée pendant la première phase de la réaction, dans un milieu acide; on l'ajoute à la chaleur dégagée pendant la seconde phase de la réaction dans un milieu alcalin. Cette somme représente la chaleur dégagée par la formation de l'eau et de l'acide carbonique dissous, aux dépens d'un poids connu d'acétylène réuni à un poids connu d'acide oxalique, l'oxygène étant emprunté au permanganate de potasse, dont les autres composants se trouvent ramenés à l'état final de sulfates de manganèse et de potasse, en présence d'un très-grand excès d'acide sulfurique.

» Dans ces conditions, la chaleur prise par l'acide oxalique peut être calculée à l'aide des données de mon Mémoire sur la chaleur de combustion de cet acide (*Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. V, p. 305); l'excès de chaleur développé dans l'oxydation par le permanganate, employé au lieu d'oxygène libre et dans les conditions spéciales de la combustion précédente, est également connu par mes expériences (même Recueil, 5e série, t. V, p. 309); enfin la chaleur de dissolution de l'acide carbonique dans l'eau, d'après mes expériences, est égale à $+5^{\text{Cal}},6$ pour $C^2O^4 = 44^{\text{gr}}$.

» 4. C'est ainsi que l'on parvient à calculer la chaleur dégagée par la combustion de l'acétylène au moyen de l'oxygène libre

$$C^4H^2\ (\text{gaz}) + O^{10}\ (\text{gaz}) = 2C^2O^4\ (\text{gaz}) + H^2O^2\ (\text{liquide}).$$

» J'ai trouvé, dans plusieurs expériences concordantes, cette quantité égale à $+321^{\text{Cal}}$ pour $C^4H^2 = 26^{\text{gr}}$.

» M. Thomsen a obtenu de son côté (*Poggendorff Annalen*, t. CXLVIII, p. 387), en brûlant l'acétylène par l'oxygène libre, des nombres compris

entre 315 et 308, en moyenne 311^{Cal} : résultats dont la différence avec le mien propre ne surpasse pas celle qu'on pouvait attendre de la diversité des méthodes (1) et de la grande complication qu'elles offrent l'une et l'autre dans l'exécution.

» 5. On déduit du nombre 321 que la formation de l'acétylène, au moyen du carbone et de l'hydrogène libre, absorbe une quantité de chaleur considérable, soit

$$-64^{Cal} \text{ pour } C^4 \text{ (diamant)} + H^2 = C^4H^2,$$

ou -58^{Cal}, si l'on prend le carbone du charbon de bois comme point de départ. L'acétylène est donc formé avec absorption de chaleur, comme j'avais cru pouvoir l'annoncer dès 1865 (*Annales de Chimie et de Physique*, 4ᵉ série, t. VI, p. 385, 387; t. XII, p. 96; t. XVIII, p. 161, 175), d'après des inductions fondées sur l'étude de ses réactions.

» 6. Voici la quantité de chaleur dégagée par les principales réactions de l'acétylène.

» *Oxygène*. — La formation de l'acide oxalique

$$C^4H^2 + O^8 = C^4H^2O^8 \text{ (solide) dégagerait...} \quad +260^{Cal},8;$$

la formation de l'oxalate de potasse, au moyen du permanganate, telle qu'elle a lieu réellement, dégage une chaleur notablement plus grande.

» La formation de l'acide acétique avec l'oxygène pur et l'eau,

$$C^4H^2 + O^2 + H^2O^2 = C^4H^4O^4 \text{ (cristallisé) dégagerait...} \quad +113^{Cal},5.$$

Avec l'oxygène pur et une solution étendue de potasse, cette oxydation a lieu réellement, comme je l'ai reconnu; elle dégage alors $+124^{Cal}$. Au moyen de l'acétylène dissous et de l'acide chromique étendu, telle qu'elle a également lieu, elle dégage un chiffre de calories voisin de 110.

» La formation des acides formique et carbonique avec l'oxygène pur,

$$C^4H^2 + O^6 = C^2H^2O^4 \text{ (cristallisé)} + C^2O^4 \text{ (gaz) dégagerait...} \quad +253,5.$$

» Au moyen de l'acide chromique concentré, telle qu'elle a lieu réellement, elle dégage un chiffre voisin.

---

(1) L'écart sera même diminué d'une unité environ, si l'on tient compte de cette circonstance que M. Thomsen, ayant trouvé un léger excès d'hydrogène par le dosage de l'eau, comme il arrive en général dans les analyses organiques, l'a attribué à la présence peu vraisemblable de l'éthylène, au lieu de compter cet excès comme erreur d'analyse.

» *Hydrogène.* — La synthèse de l'éthylène

$$C^4H^2 + H^2 = C^4H^4 \text{ dégage} \ldots\ldots \quad + 56.$$

» *Azote.* — La synthèse de l'acide cyanhydrique, synthèse qui a lieu si nettement sous l'influence de l'étincelle électrique,

$$C^4H^2 + Az^2 = 2\,C^2HAz \text{ (gaz) dégage} \ldots\ldots \quad + 36.$$

» La synthèse de la benzine, qui a lieu par la condensation directe de l'acétylène

$$3\,C^4H^2 = C^{12}H^6 \text{ (liquide) dégage un chiffre de calories voisin de} \quad + 190.$$

» Toutes ces réactions sont donc exothermiques, et la grandeur des quantités de chaleur dégagées explique l'aptitude si remarquable de l'acétylène à s'unir directement avec les éléments, à la façon d'un véritable radical.

» 7. Arrêtons-nous spécialement à la formation des quatre hydrures de carbone fondamentaux : hydrures qui se forment à partir de l'acétylène et de l'hydrogène par des synthèses directes, et qui constituent avec l'hydrogène, à la température rouge, un système en équilibre, dans lequel les quatre carbures coexistent, d'après mes expériences, quel que soit celui d'entre eux que l'on ait pris comme point de départ (1). Pour manifester ces relations, je rapporterai toutes les réactions à un atome de carbone $\text{C} = 12$; on voit mieux ainsi les rapports de proportion multiple qui existent entre les quatre hydrures de carbone. Or les relations thermiques suivantes caractérisent la formation de ces quatre hydrures :

		Cal
C (diamant) $+ H = \text{C}H$,	acétylène (2 volumes) absorbe........	-32
$\text{C} + H^2 = \text{C}H^2$,	éthylène (2 volumes) (2)...........	-4
$\text{C} + H^3 = \text{C}H^3$,	méthyle (2 volumes) dégage à peu près	$+14$
$\text{C} + H^4 = \text{C}H^4$,	formène (4 volumes)..............	$+22$

» Le principal travail accompli dans la formation des quatre hydrures fondamentaux du carbone réside donc dans la synthèse de l'acétylène, formé à atomes égaux, sous l'influence de l'arc électrique. Les trois autres sont formés ensuite à partir de ce premier terme, et avec des dégagements de chaleur décroissants, tels que $+28$, $+18$ et $+8$. Ainsi la synthèse des

(1) Voir ma *Synthèse chimique*, p. 222, 1876; chez Germer-Baillière.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. VI, p. 376. La chaleur de combustion de ce carbure étant $\frac{1}{2}$ 334, d'après les anciens auteurs. M. Thomsen a trouvé récemment $\frac{1}{2}$ 334,8.

trois derniers carbures est exothermique. J'ajouterai qu'elle se réalise, en effet et directement, à partir de l'acétylène, par la réaction de l'hydrogène libre à la température rouge; mais elle est limitée par des conditions d'équilibre entre les quatre carbures et l'hydrogène, ainsi que je viens de le rappeler.

» La formation à partir des éléments d'un premier composé fondamental, engendré avec absorption de chaleur et sous l'influence d'une énergie étrangère à leur réaction directe, composé qui développe ensuite de la chaleur en formant directement les autres combinaisons, dont il est à proprement parler le radical, cette formation, dis-je, ne caractérise pas seulement l'union du carbone avec l'hydrogène : les mêmes phénomènes s'observent aussi dans la synthèse de beaucoup d'autres composés binaires formés suivant la loi des proportions multiples; telle est, notamment, celle des oxydes de l'azote, tous formés avec dégagement de chaleur à partir du bioxyde d'azote, composé fondamental dont la synthèse électrique absorbe, au contraire, $-43^{\text{Cal}},3$ (*Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. VI, p. 173). »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Dernières réflexions au sujet de la production des matières saccharoïdes dans les végétaux;* par M. **P. Duchartre.**

« En terminant la Communication qu'il a faite à l'Académie, le 20 décembre dernier, sur la production des matières saccharoïdes dans les végétaux, Communication dont j'ai eu le regret de ne pouvoir entendre la lecture, notre éminent confrère M. Cl. Bernard s'est exprimé de la manière suivante : « Ainsi se trouve close la discussion, ne pouvant plus continuer » utilement ». Pour divers motifs je partage son avis, et je n'aurais rien ajouté à mes deux Notes des 22 novembre et 6 décembre derniers, s'il ne me semblait s'être glissé quelques malentendus dans cette discussion, si d'ailleurs il ne s'agissait pour moi d'établir des idées contraires à celles d'un savant illustre, dont je reconnais la haute autorité en matière de Physiologie animale.

» Avant tout, je crois devoir rappeler quel a été l'objet de mes deux Notes.

» M. Cl. Bernard ayant dit que les expériences de M. Viollette ne démontraient pas que la suppression des feuilles exerçât une influence nuisible sur le développement absolu de la racine de la Betterave non plus que sur sa richesse en sucre et ne fournissaient, sous ces deux rapports, que

des données contradictoires, j'ai tâché de montrer, dans ma Note du 22 novembre, que, sans le secours d'une seule moyenne et par la seule comparaison de racines du même poids, venues dans des conditions identiques et issues de semences produites par un seul porte-graines, ces deux actions nuisibles se trouvaient mises en pleine évidence, et que cette preuve expérimentale n'était entachée d'aucune contradiction.

» Notre éminent confrère me paraît avoir reconnu, dans sa réponse en date du 29 novembre, l'exactitude de cette démonstration par les faits, puisqu'il a dit que même la méthode des moyennes peut montrer empiriquement l'influence de l'effeuillement sur la production du sucre; seulement il m'a reproché alors d'avoir négligé, dans l'examen de cette question, le côté physiologique dont j'avais cependant annoncé ne devoir m'occuper que plus tard, pour un motif matériel de publication que je n'ai pas besoin d'indiquer ici.

» C'est à ce point de vue physiologique que je me suis placé dans la seconde Note que j'ai eu l'honneur de lire à l'Académie, le 6 décembre. Me basant sur des expériences nombreuses et variées, dues à des auteurs qui font autorité, et dont je ne sache pas que l'exactitude ait jamais été contestée, j'ai dit que le lieu essentiel de production des matières saccharoïdes est la feuille; qu'elles y apparaissent à la suite de la décomposition de l'acide carbonique de l'air; après quoi, elles vont s'accumuler dans différentes parties des plantes, soit sous leur état premier, soit en subissant diverses modifications. En m'exprimant ainsi, je n'avais pas le moins du monde la prétention de présenter une théorie nouvelle; j'exposais simplement les idées qui ont cours dans la Science, et qui reposent, j'ose le dire, sur une démonstration à la fois expérimentale et inductive.

» A cela M. Cl. Bernard a fait, le 20 décembre dernier, une double réponse : 1° il a traité de pures hypothèses les faits que j'invoquais; 2° il a déclaré que la transformation des substances produites dans les feuilles, qui généralement en rend seule la migration possible, est, particulièrement pour l'amidon, « quelque chose qui est en désaccord avec les données actuelles de la Science. »

» Sur le premier de ces deux points je n'ai rien à dire. Les convictions ne s'imposent pas; je demande seulement à mon illustre contradicteur la permission de conserver la mienne. Relativement au second, je me bornerai à quelques mots. J'avoue humblement mon incompétence pour discuter les hautes questions de la Chimie organique, et j'aurais pu croire en effet, sur l'assurance formelle de mon savant confrère, qu'en admettant la transformation finale de l'amidon en sucre j'avais énoncé une véritable hérésie

chimique; mais heureusement mon incompétence que je reconnais, je puis l'abriter derrière une autorité pour laquelle, ici comme en dehors de cette enceinte, tout le monde professe un égal respect. En effet, notre maître à tous, en fait de Physiologie chimique, M. Boussingault, prenant la parole, après la lecture de ma seconde Note, a insisté sur les faits qu'offre l'*Agave* « comme producteur de matières sucrées élaborées par » les feuilles »; puis, le 20 décembre, il a dit « être porté à croire que » le sucre, accumulé dans certains organes, a été élaboré dans les » feuilles »; enfin il a établi que, « durant la germination, l'amidon des » graines donne non-seulement du glucose par une action diastasique...., » mais aussi, dans quelques circonstances, du sucre de canne ». Il n'est donc pas contraire aux données actuelles de la Chimie que l'amidon passe à l'état de saccharose, puisque voilà ce fait établi d'une manière inattaquable.

» Qu'il me soit permis de rappeler, à mon tour, un exemple bien connu de ce changement de l'amidon en sucre. On sait que le fruit du Bananier, encore vert, est un véritable réceptacle de matière amylacée, que l'on consomme à peu près en guise de pain, dans les contrées chaudes; mais on sait aussi que, par la maturation, ce même fruit devient uniquement sucré, l'amidon s'y changeant en gomme et en sucre cristallisable (1).

» Une dernière remarque en terminant. Le sucre ne peut être produit, dans la racine de la Betterave, que de deux manières, soit par l'action seule et indépendante de cette racine, soit par son action subordonnée à une élaboration préalable de matières dans les feuilles. Dans le premier cas, la matière saccharine pourrait provenir uniquement de l'eau puisée dans le sol et tenant simplement en dissolution une minime quantité de matières salines, puisque c'est le seul liquide que cet organe reçoive directement et par sa propre absorption. Je ne pense pas que personne puisse songer à faire dériver du sucre de cette eau; mais, si cette première origine est reconnue inadmissible, il me paraît difficile de se refuser à admettre la seconde.

» Après avoir présenté ces courtes et dernières réflexions, qui m'ont semblé n'être pas hors de propos, je me range à l'avis exprimé par notre éminent confrère M. Cl. Bernard, et je déclare close pour moi, comme il a dit qu'elle l'est pour lui, cette discussion uniquement scientifique, dans le cours de laquelle l'Académie a bien voulu me permettre, et je l'en remercie vivement, de lui adresser trois fois la parole. »

---

(1) Boussingault, *Économie rurale*, t. I, chap. V.

ASTRONOMIE. — *Éphéméride de la planète* (156), *déterminée par M.* Rayet, *au moyen des observations faites à Marseille.* Note de M. Lœwy.

« M. Rayet, à l'aide des observations faites à Marseille, le 26 novembre et le 1er décembre 1875, a calculé les éléments d'une orbite circulaire de la planète (156); l'éphéméride déterminée par lui à l'aide de cette méthode étant très-concordante avec les observations faites depuis lors, elle peut être très-utile aux astronomes : j'ai donc l'honneur de la communiquer à l'Académie.

Éphéméride de la planète (156) (*midi moyen de Greenwich*).

1875.	Asc. droite.	Déclinaison.
	h m s	° ′
Décembre 10	2.42.38	+ 18. 2,9
11	42.11	17.58,2
12	41.45	53,7
13	41.20	49,3
14	40.57	45,2
15	40.36	41,0
16	40.16	37,0
17	39.58	33,1
18	39.42	29,3
19	39.27	25,6
20	39.14	22,0
21	39. 3	18,5
22	38.53	15,5
23	38.45	12,5
24	38.39	9,5
25	38.34	6,7
26	38.32	4,2
27	38.30	1,8
28	38.31	16.59,5
29	38.33	57,4

THERMODYNAMIQUE. — *Sur la manière dont les vibrations calorifiques peuvent dilater les corps, et sur le coefficient des dilatations;* par M. de Saint-Venant.

« 1. On admet généralement que les atomes, dont les groupements forment les molécules des corps pondérables, exercent à distance les uns sur les autres, soit par un double pouvoir dont ils seraient doués, soit en

partie par l'intermédiaire d'un milieu impondérable, une attraction et une répulsion, qui, très-énergiques pour les distances insensibles, diminuent rapidement lorsque les distances augmentent, et de telle sorte que l'excès de l'une de ces deux forces sur l'autre, répulsif pour les distances les plus petites, devient, pour les plus grandes, attractif.

» On peut ainsi, sans autrement connaître la loi de ces deux forces, représenter, avec Poncelet (*), leurs intensités par les ordonnées, parallèles à une droite OF, de deux courbes *am'Eama* des attractions, *rn'Ernr* des répulsions, ayant toutes deux pour asymptotes OF et sa perpendiculaire OD sur laquelle se portent, comme abscisses, les distances correspondantes des deux atomes qui les exercent mutuellement. Ces courbes se coupent sur un point E dont l'abscisse Of_0 est la distance, dite d'*équilibre*, pour laquelle la répulsion compense justement l'attraction. On voit, par une troisième courbe $ff'f_0Mif$, tracée en prenant pour ses ordonnées $-p'f'$, pM, qi,... les valeurs de l'excès de l'attraction sur la répulsion,



courbe qui a pour asymptotes OD et le prolongement OF' de OF, que cet excès, positif pour des distances plus grandes que celle d'équilibre Of_0, atteint un maximum pM pour une abscisse Op qui est celle des points m, n où les tangentes aux deux courbes des attractions et des répulsions sont

(*) *Introduction à la Mécanique industrielle*, n° 425.

parallèles, et que, pour des distances au-dessous de Of_0, cet excès négatif ou devenu répulsif croît indéfiniment en grandeur, de manière à satisfaire à l'*impénétrabilité*, qui, envisagée comme on le fait aujourd'hui, est la résistance absolue à tout contact des atomes entre eux.

» 2. On peut supposer que les forces ne varient que proportionnellement aux petites augmentations ou diminutions de ces distances dans les calculs de résistance des solides élastiques, où l'on ne considère que de petites déformations *statiquement* produites par des applications de forces extérieures; et l'on peut faire la même supposition lorsqu'on ne s'occupe que de leurs vibrations sonores. Cela revient à remplacer, par leurs tangentes, les divers petis arcs de la courbe $ff_0 \mathrm{M} f'$ des forces; en sorte que, en réduisant un corps à deux de ses atomes, on substituerait, à la portion de courbe avoisinant f_0, sa tangente tf_0t en ce point.

» 3. Mais j'ai observé, dans une Communication de 1855 (*), que si l'on fait la même supposition pour les forces qui sont en jeu dans les vibrations atomiques constituant la chaleur, il est impossible d'expliquer les dilatations produites par l'échauffement. En effet, alors, chaque couple d'atome vibrera à la manière du pendule; la distance moyenne de deux atomes vibrants ne différera en rien de leur distance d'équilibre; et comme, dans un ensemble de beaucoup d'atomes, les vibrations partielles sont à toutes les phases à chaque instant, il n'y aura aucun instant où les dimensions d'un corps échauffé soient différentes de ce qu'elles étaient avant qu'on eût élevé sa température. J'ajoutais qu'il en est autrement, même pour les plus petites vibrations calorifiques, si l'on tient compte *de la courbure* de la ligne représentative des actions mutuelles des atomes, ou, ce qui revient au même, si l'on a égard à ce que l'excès (positif ou négatif) de la répulsion sur l'attraction croît plus vite quand les distances diminuent qu'il ne décroît quand les distances augmentent à partir d'une même grandeur, telle que Of_0. En effet, la résistance plus considérable que deux atomes opposent à leur rapprochement qu'à leur écartement sera cause que la moyenne de leurs distances successives excédera leur distance d'équilibre; et, dans un ensemble d'atomes, les vibrations calorifiques, tout

(*) Société philomathique, 20 octobre, ou journal *l'Institut*, n° 1146, du 19 décembre 1855. Il y a lieu de retrancher de cette Note les deux alinéas, de 42 et 10 lignes, commençant à ces mots : « Newton va même... », car ce qu'on y lit, et qui est du reste étranger à notre sujet actuel, se trouve affecté d'erreurs de signe provenues de ce que plusieurs auteurs de Mécanique moléculaire ont appelé *pression* ce qui est plutôt une *traction* ou tension.

en pouvant modifier dans des sens différents leurs diverses distances mutuelles à chaque instant, auront pour effet (sauf une rare exception qui ne détruit pas la règle et dont on parlera au n° 6) d'accroître les dimensions visibles et mesurables des corps.

» 4. Je me propose, aujourd'hui, d'appliquer le calcul à cette explication de la dilatation des corps par la chaleur, de donner de son *coefficient* une première expression analytique, puis d'examiner les circonstances limites dont la considération peut conduire à rendre compte de l'exception dont on vient de parler.

» Considérons deux atomes dont l'un, pour plus de clarté, sera supposé immobile, et appelons :

m la masse de l'autre;

r leur distance au temps t;

$f(r)$ leur action mutuelle, que nous compterons, ici, positivement *quand elle est répulsive;*

r_0 leur distance d'équilibre ou telle que $f(r_0) = 0$;

$x = r - r_0$, variable qu'on suppose petite par rapport à r_0;

$v = \frac{dr}{dt} = \frac{dx}{dt}$ la vitesse de l'atome m; v_0 sa valeur pour $r = r_0$ ou $x = 0$.

» Nous compterons le temps t à partir d'un instant où l'on a $r = r_0$, $x = 0$, $v = v_0$, et nous ferons, pour abréger,

$$(1) \qquad \frac{f'(r_0)}{m} = -a^2, \qquad r_0 \frac{f''(r_0)}{m} = b^2,$$

en sorte que, comme on sait que toute masse m est le quotient $\frac{p}{g}$ d'une force p par une ligne g, et comme on suppose $\frac{dfr}{dr}$ négatif et $\frac{d^2fr}{dr^2}$ positif pour $r = r_0$, a et b sont deux simples nombres réels.

» L'équation du mouvement de l'atome mobile est

$$m\frac{d^2x}{dt^2} = f(r) = f(r_0 + x)$$

ou, en développant et ayant égard à $f(r_0) = 0$,

$$(2) \qquad \frac{d^2x}{dt^2} = x\frac{f'r_0}{m} + \frac{x^2}{2}\frac{f''r_0}{m} + \frac{x^3}{2.3}\frac{f'''r_0}{m} + \ldots.$$

» Multipliant par $2dx$ et intégrant, on obtient $\left(\frac{dx}{dt}\right)^2$. On peut en tirer dt, et, par une nouvelle intégration, obtenir t soit par quadrature numérique,

soit, en se bornant aux trois termes écrits, en une fonction elliptique de x.

ais une pareille solution ne fournirait pas facilement une loi de la vibration de l'atome mobile. Il vaut mieux chercher x en t par une méthode d'approximations successives, ce qui est possible, puisqu'il est prouvé, par les faits de l'élasticité, que le premier terme de (2) est très-sensiblement plus grand que ceux qui suivent, quand le rapport $\frac{x}{r_0}$ reste asssez petit. La première approximation, résultant du premier terme seul, sera donnée par

$$(3) \qquad \frac{d^2 x}{dt^2} + a^2 x = 0, \quad \text{d'où}$$

$$(4) \qquad x = \frac{v_0}{a} \sin at, \quad \text{vu} \quad \frac{dx}{dt} = v_0 \quad \text{et} \quad x_0 = 0 \text{ pour } t = 0.$$

Mettant cette première valeur de x en t à la place de x dans les termes suivants du développement (2), l'équation du mouvement prend la forme

$$(5) \qquad \frac{d^2 x}{dt^2} + a^2 x = \mathrm{F}(t), \quad \text{d'où}$$

$$(6) \qquad x = \frac{v_0}{a} \sin at + \frac{\sin at}{a} \int_0^t \mathrm{F}(t) \cos at\, dt - \frac{\cos at}{a} \int_0^t \mathrm{F}(t) \sin at\, dt.$$

» En nous bornant aux deux premiers termes du développement (2), nous avons, vu (1), $\mathrm{F}(t) = \frac{b^2}{2r_0} \frac{v_0^2}{a^2} \sin^2 at$, d'où, substituant dans (6),

$$(7) \qquad x = \frac{v_0}{a} \sin at + \frac{b^2 v_0^2}{6a^4 r_0} (1 - \cos at)^2.$$

» Cette expression de la course $x = r - r_0$ de l'atome mobile s'annule pour $t = 0$, ou $\frac{2\pi}{a}$, ou $2\frac{2\pi}{a}$, ... et donne la vitesse $v = \frac{dx}{dt} = v_0$ pour les mêmes temps. Le mouvement de cet atome se compose, comme on voit, d'une première partie qui, seule, le ferait osciller pendulairement de $x = -\frac{v_0}{a}$ à $x = \frac{v_0}{a}$, et d'une seconde partie, aussi de période $\frac{2\pi}{a}$, mais qui le fait osciller suivant une autre loi, *entièrement au delà de la situation d'équilibre* $x = 0$ ou $r = r_0$.

» 5. Nommons donc

x_m ou $r_m - r_0$ la moyenne des valeurs de $x = r - r_0$, ou l'abscisse de la situation qu'occupe moyennement l'atome mobile m pendant toute la période complète $\frac{2\pi}{a}$;

$\partial = \frac{r_m - r_0}{r_0}$ la *dilatation* calorifique du système des deux atomes, ou le rapport, à leur distance d'équilibre, de l'augmentation moyenne que les vibrations donnent à cette distance;

α le *coefficient de dilatation* par la chaleur; ou le quotient de la dilatation ∂ par la *température absolue* ou par un nombre qui lui soit proportionnel.

» On trouvera, en mettant pour x sa valeur (7) en t et intégrant,

$$(8) \quad x_m = \frac{1}{\frac{2\pi}{a}} \int_0^{t+\frac{2\pi}{a}} x\,dt = \frac{b^2 v_0^2}{4a^4 r_0}; \qquad \partial = \frac{x_m}{r_0} = \frac{b^2 v_0^2}{4a^4 r_0^2} = \frac{m v_0^2}{4 r_0} \frac{f''(r_0)}{[f'(r_0)]^2},$$

» L'énergie, tant *cinétique* ou actuelle (Rankine) que *potentielle* du système, se compose, à chaque instant, de sa demi-force vive $\frac{mv^2}{2}$, et du travail que l'action $f(r)$ opérerait depuis cet instant jusqu'à celui du retour à la situation d'équilibre, travail qui est

$$\int_r^{r_0} f(r)\,dr = \int_x^0 m \frac{d^2x}{dt^2} dx = \frac{m}{2}\left(\frac{dx}{dt}\right)^2_{x=0} - \frac{m}{2}\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 = \frac{mv_0^2}{2} - \frac{mv^2}{2}.$$

Leur somme ou l'énergie totale est $\frac{mv_0^2}{2}$; résultat qu'on pouvait prévoir, car v_0 est la vitesse à l'instant où l'énergie potentielle se trouve nulle, et l'énergie totale du système doit être constante, puisqu'il est supposé ne recevoir aucune action extérieure.

» Divisant la dilatation ∂, donnée par (8), par cette énergie interne, à laquelle on regarde généralement la température absolue comme proportionnelle, on a, pour le coefficient de la dilatation par la chaleur

$$(9) \qquad \alpha = \frac{1}{m} \frac{b^2}{2a^4 r_0} = \frac{1}{2r_0} \frac{f''(r_0)}{[f'(r_0)]^2}.$$

» 6. Si, au lieu de deux atomes, on en a une file rectiligne nombreuse, chacun d'eux éprouvera les actions des autres à diverses distances. On conçoit, sans s'engager dans un calcul, que si l'on appelle r_0 ce que sont ces distances dans l'état d'équilibre de l'ensemble, les choses se passeront à peu près comme si chacune des actions correspondantes apportait, dans le coefficient α de la dilatation de la file par la chaleur, une influence proportionnelle à $\frac{1}{2r_0} \frac{f''(r_0)}{(f'r_0)^2}$; en sorte que le coefficient α résultera d'une sorte de moyenne entre les diverses fractions comme celle-là, dont les numérateurs seront fournis par les courbures de la ligne $ff'f_0Miff$ et les dénominateurs

par les carrés des inclinaisons de sa tangente pour les diverses abscisses r. Et l'on peut étendre à tout ensemble d'atomes une pareille induction.

» Mais considérons de nouveau la forme de cette même ligne courbe, qui représente par ses ordonnées, si on les compte de bas en haut, les excès des attractions sur les répulsions mutuelles de deux atomes dont la distance d'équilibre est Of_0.

» Si, l'un des deux étant fixé en O, une force extérieure vient à être appliquée à l'autre, pour l'en éloigner, et si elle a une intensité tant soit peu supérieure à l'ordonnée maximum pM, la distance des deux atomes devient plus grande que l'abscisse correspondante Op. Dès lors, la force qui tend à rapprocher de O l'atome mobile est de plus en plus inférieure à la traction extérieure qui tend à l'écarter : il y a, comme on dit, *rupture*.

» Un effet semblable serait produit, dynamiquement, si une certaine vitesse, due par exemple à de fortes vibrations calorifiques, était imposée à l'atome mobile. Là peut se trouver la cause de la liquéfaction par la chaleur; et si l'on remarque que, pour une certaine abscisse ou distance atomique Oq, peu supérieure à Op, la courbure de la ligne représentative des actions, qui a une inflexion en i, change de sens, en sorte que $f''(r)$ change de signe, on peut, malgré le mystère qui enveloppe encore les changements d'état des corps, s'expliquer comment, aux abords du passage de l'état solide à l'état liquide, ou réciproquement, la communication d'une quantité de chaleur nouvelle produit quelquefois, exceptionnellement, une contraction, et le refroidissement, une dilatation.

» 7. Mais cette exception ne détruit nullement le principe d'où découle la règle ordinaire; elle rentre même dans les formules (8) et (9) de ∂ et α, en y mettant simplement un $f''(r)$ négatif; on voit toujours, par ces deux formules, que le changement de volume des corps par une élévation, quelque faible qu'elle soit, de la température, *dépend des dérivées secondes, par rapport aux distances atomiques, de la fonction de ces distances qui représente l'action entre atomes*, et que le coefficient de ce changement, qui est le plus souvent une dilatation, est comme une moyenne de quantités *en raison directe de ces dérivées du second ordre, et inverse à la fois des distances d'équilibre et des carrés des dérivées du premier ordre.* »

ÉLECTRICITÉ. — *Seizième Note sur la conductibilité électrique des corps médiocrement conducteurs*; par M. **Th. du Moncel.**

« Les expériences que j'ai entreprises sur la conductibilité des corps humides m'ayant fait envisager sous nn nouveau jour les effets de polarisa-

tion déterminés sur les corps médiocrement conducteurs, j'ai dû reprendre à nouveau les expériences que j'ai rapportées dans ma treizième Note et les étudier dans d'autres conditions.

» J'ai commencé par examiner les effets déterminés par des électrodes de différente nature ayant servi à l'électrisation d'une pierre conductrice, et réunies l'une à l'autre par l'intermédiaire de conducteurs jouissant d'une conductibilité de nature très-différente, soit métallique, soit électrolytique; puis j'ai étudié séparément les effets résultant de l'électrisation de la pierre elle-même, en prenant des électrodes neuves et flambées, composées avec des métaux différents. Dans ma treizième Note, et par suite de circonstances particulières dont je parlerai plus loin, j'avais avancé que les électrodes électrisées par l'intermédiaire d'une pierre conductrice, telle que mon silex d'Hérouville, n'étaient pas susceptibles de déterminer à elles-seules un courant, mais que la pierre pouvait en provoquer de plus ou moins intenses, suivant la durée de l'électrisation; j'ai dû modifier un peu ces conclusions, car le cas où je m'étais placé n'était que très-particulier. Toutefois les nouveaux effets que j'ai observés m'ont conduit à quelques restrictions dans la théorie que j'avais d'abord donnée de ces différents phénomènes.

» Si, après avoir électrisé une pierre conductrice de la nature des silex, telle que le silex d'Hérouville, le silicate de cuivre ou *chrysocole*, etc., on prend les électrodes électrisées et qu'on en enveloppe les extrémités d'une pierre exactement de la même nature que celle ayant servi à l'électrisation de ces électrodes, mais n'ayant pas été électrisée, *il se produit un courant de polarisation très-énergique qui peut même se développer après un temps assez long si les électrodes n'ont pas été trop tourmentées*. Dans ces conditions, une chaleur très-intense communiquée à ces électrodes fait à peu près disparaître leur pouvoir électromoteur, et, quand on les remet en contact avec la pierre, aucun courant sensible n'est produit. *Aucun courant n'est encore produit si l'on emploie comme conducteur intermédiaire entre les électrodes une lame métallique ou une pierre non susceptible de fournir par elle-même une conductibilité électrolytique suffisante*, comme par exemple les minerais métalliques; et cette absence de courant n'est pas le résultat de ce que la cause excitatrice a disparu pendant le montage de l'expérience; car, si l'on substitue au conducteur métallique ou à cette pierre jouissant d'une conductibilité analogue un silex conducteur non électrisé, le courant se développe de nouveau et presque avec la même intensité que si l'on n'eût pas soumis les électrodes à l'action du conducteur métallique. Il est facile de comprendre, d'après cela, *que le courant provoqué par les élec-*

trodes ne peut être, dans ces circonstances, que le résultat d'une polarisation électrochimique des électrodes, polarisation qui ne peut être accompagnée de la création d'un courant que quand les gaz condensés peuvent trouver dans le conducteur qui réunit les électrodes un élément aqueux qui leur permette de rentrer en combinaison. Aussi peut-on substituer aux conducteurs dont nous avons parlé un conducteur liquide. Avec de l'eau distillée, l'effet est à peu près le même qu'avec le silex d'Hérouville; mais le courant est plus énergique et moins durable avec de l'eau ordinaire. D'un autre côté, comme l'effet est à peu près le même avec des lames de cuivre qu'avec des lames de platine, on peut en conclure que ce n'est pas la propriété absorbante du platine pour l'hydrogène qui détermine le phénomène, et que tous les métaux sont susceptibles de conserver longtemps condensés à leur surface ou dans leurs pores les gaz résultant de la décomposition de l'eau.

» Dans les expériences que j'avais faites au moment où j'ai présenté ma treizième Note à l'Académie, je n'avais en ma possession qu'un seul échantillon taillé de mon silex d'Hérouville, et j'avais cherché à obtenir révélation du courant fourni par mes électrodes électrisées en employant comme conducteur intermédiaire une lame de fer magnétique qui fournissait des effets de polarisation analogues à ceux de mon silex; mais le fer magnétique est précisément de la classe des minéraux chez lesquels la conductibilité métallique prédomine de beaucoup, et je me trouvais placé dans les mêmes conditions que si j'eusse employé une lame métallique. Aussi n'ai-je pu obtenir aucun courant, et de là l'assertion que j'avais donnée, que des lames ayant servi d'électrodes à des pierres ne fournissent pas de courant quand on les réunit par un conducteur minéral; mais je n'ai pas tardé à changer d'opinion quand j'ai entrepris mes expériences sur les conducteurs humides, expériences qui m'ont conduit à celles qui précèdent.

» Si l'on étudie maintenant les effets produits par la pierre électrisée, *on reconnaît que cette pierre est devenue, comme les électrodes, une source électrique qui peut fournir des courants plus ou moins énergiques, plus ou moins durables, suivant la durée de l'électrisation et la nature du corps,* mais qui, avec le silex d'Hérouville et une électrisation de peu de durée (dix minutes), sont inférieurs à ceux déterminés par les électrodes. Il est vrai qu'en électrisant plusieurs fois de suite la pierre dans le même sens on peut finir par produire un effet diamétralement opposé et donner aux courants de la pierre la prépondérance; *mais, dans les cas ordinaires, ce sont les courants fournis par les électrodes qui sont les plus énergiques.* Il paraît au premier abord difficile

d'admettre, pour ces deux sortes de courants, une cause de la même nature, car, pendant l'électrisation qui a déterminé la création de ces deux générateurs électriques, les gaz dus à la décomposition de l'eau ont dû être condensés sur les électrodes; mais, si l'on considère que les minéraux sont loin d'être homogènes, et que certaines parties peuvent avoir une sorte de conductibilité propre qui les placerait dans des conditions autres que les parties qui possèdent plus particulièrement la conductibilité électrolytique, on pourrait croire que les premières de ces parties pourraient jouer par rapport aux autres le rôle d'électrodes, et condenser elles-mêmes une partie des gaz dus à la décomposition de l'eau. Dès lors elles devraient produire des effets analogues à ceux des électrodes de platine, et leur action serait d'autant plus accentuée qu'elles auraient une plus grande conductibilité. C'est en effet ce que l'expérience démontre : ainsi, quand le minéral présente une conductibilité métallique marquée et qu'il est susceptible néanmoins de fournir une conductibilité électrolytique, comme le fer magnétique, le fer oligiste (spéculaire), la blende de zinc, les courants de polarisation développés par la pierre avec des électrodes neuves sont infiniment plus intenses que ceux déterminés isolément par les électrodes ayant servi à l'électrisation, lesquels courants ne peuvent même pas se montrer quand on emploie comme conducteur intermédiaire une pierre de la même nature non électrisée, et qui, pour révéler leur présence nécessitent l'intervention d'un silex conducteur. Au contraire, quand on constitue le diélectrique avec une pile de feuilles de papier très-légèrement humidifié, les feuilles séparées de leurs électrodes ne peuvent donner lieu qu'à des courants très-faibles quand on emploie des électrodes neuves, et, le plus souvent même, ces courants ne se montrent pas. Il résulte de cette différence d'intensité entre les courants développés par les corps électrisés et ceux provoqués par leurs électrodes que, *suivant la prépondérance des uns ou des autres, le courant que l'on obtient en changeant bout pour bout la position de la pierre par rapport aux électrodes, peut varier de sens suivant la nature du minéral et suivant le temps de son électrisation.* C'est en effet ce que l'on observe quand on expérimente d'un côté le silex d'Hérouville, la chrysocole et en général les pierres d'origine siliceuse, et, d'un autre côté, les minerais métalliques, tels que le fer magnétique, le fer spéculaire, la blende de zinc, etc. *Avec les premiers, le courant différentiel reste dans le même sens que le courant de polarisation primitivement constaté, tandis qu'avec les seconds le courant différentiel est en sens inverse.*

» D'après cette nouvelle manière de voir, les minéraux n'auraient plus,

quand ils sont véritablement conducteurs, que deux sortes de conductibilités, une conductibilité électrolytique et une conductibilité propre qui se rapprocherait plus ou moins de la conductibilité métallique. La conductibilité électrotonique propre aux diélectriques n'existerait que dans les pierres réputées isolantes et dans les cristaux. Toutefois, dans ce nouvel ordre d'idées, il resterait quelques effets, qui seraient d'une explication bien difficile si l'on n'admettait pas une polarité caractérisée du milieu médiocrement conducteur. Parmi ces effets, je citerai en première ligne le renversement du sens du courant de polarisation, à la suite de deux électrisations inverses de durée inégale. Pour éclaircir cette question, j'ai dû entreprendre une nouvelle série d'expériences qui m'ont du reste conduit à des résultats assez inattendus.

» En effet, si, après avoir électrisé pendant dix minutes un silex conducteur, comme mon silex d'Hérouville, on fait passer le courant polarisateur en sens inverse à travers la pierre, jusqu'à ce que le courant de polarisation développé se trouve être de sens contraire à celui déterminé par la première électrisation, et qu'on étudie séparément le courant déterminé par les électrodes et la pierre, on reconnaît *que les électrodes seules sont susceptibles de fournir le courant de polarisation correspondant à la seconde électrisation, et que le courant correspondant à la première est toujours fourni par la pierre.* La constatation de ces deux courants de sens inverse exige toutefois une première électrisation de longue durée (vingt minutes au moins), et il faut que la seconde électrisation, effectuée en sens inverse, dure au moins deux ou trois minutes. Ces électrisations peuvent du reste se faire à plusieurs reprises, jusqu'à ce qu'on ait obtenu l'effet indiqué. Quand elles ne durent que peu de temps, le courant fourni par les électrodes, quoique dans le sens voulu avant la séparation des électrodes de la pierre, se produit dans le même sens que celui fourni par celle-ci, parce qu'alors l'inversion est tellement prompte qu'elle a eu le temps de se produire pendant le montage de l'expérience. Ces effets sont généraux et se rencontrent aussi bien avec les minerais métalliques susceptibles de fournir des courants de polarisation qu'avec les silex; seulement avec ceux-là l'électrisation inverse doit être de moindre durée qu'avec ces derniers. Dans tous les cas, le courant fourni par les électrodes se trouve assez promptement annulé et n'est jamais suivi d'un courant inverse, pas plus du reste que le courant de la pierre, qui peut manifester pendant longtemps sa présence et qui augmente successivement d'intensité jusqu'à un maximum après lequel il commence à décroître.

» Pour me rendre un compte exact de ces effets, j'ai voulu étudier le phénomène avec des électrodes composées. J'ai, en conséquence, employé quatre lames de platine, dont deux placées l'une à côté de l'autre enveloppaient chaque extrémité de mon silex d'Hérouville. Je faisais passer par leur intermédiaire le courant à travers la pierre pendant dix minutes, et, après avoir superposé l'une sur l'autre deux de ces électrodes (l'une positive, l'autre négative) dont la position était renversée pour chaque paire de lames, j'en enveloppais les extrémités d'un second silex non électrisé. J'ai obtenu, de cette manière, un premier courant correspondant à celles des lames en contact immédiat avec la pierre, sans que les lames superposées exerçassent aucune action inverse, et, quand ce courant s'est trouvé annulé, j'ai pu obtenir, avec ces dernières électrodes et après avoir enlevé les premières, un courant de sens inverse exactement de la même force que le premier produit. D'après cette expérience, *je pouvais conclure qu'un courant de polarisation peut traverser des électrodes polarisées en sens contraire sans détruire leur propriété excitatrice,* et, en rapprochant cette expérience de celle dont il a été question précédemment, je pouvais comprendre, jusqu'à un certain point, que le courant inverse des électrodes pût se manifester sans détruire pour cela le courant de la pierre. Restait à examiner pourquoi le courant correspondant à la dernière électrisation révélait d'abord sa présence, quoique celui correspondant à la première électrisation et confiné dans la pierre fût beaucoup plus durable et même alors plus intense.

» Si le phénomène ne se produisait qu'avec les pierres dures, on pourrait peut-être l'expliquer avec la seule hypothèse de la conductibilité électrolytique, en disant que les gaz primitivement déposés sur les électrodes se trouvant annulés par ceux développés à la suite de l'électrisation contraire, ces derniers, par leur réaction immédiate sur les gaz condensés au sein des parties de la pierre jouant le rôle d'électrodes, doivent non-seulement déterminer un courant dans le sens qui leur est propre, mais encore empêcher ces gaz condensés de provoquer un courant particulier, en leur donnant une polarité électrique contraire à celle qui leur serait nécessaire, pour réagir par décomposition sur le conducteur humide. Il y aurait, par conséquent, par suite de cet effet, paralysation momentanée de l'action de ces gaz, et leur effet ne pourrait se produire que quand l'action des gaz des électrodes aurait disparu : de là l'inversion du sens du courant de polarisation. Toutefois, le fait de cette inversion au sein d'un liquide conducteur rend cette explication tout au moins incomplète, car il est difficile d'admettre dans un liquide conducteur une condensation de gaz effec-

tuée au sein même de la masse liquide. Mais, en supposant que les molécules du corps médiocrement conducteur puissent acquérir une certaine polarité électrostatique, les effets deviennent d'une explication plus facile, car, en admettant qu'une partie des molécules du corps électrisé perdent leur polarité pour neutraliser celle des électrodes, il resterait encore assez de couches moléculaires polarisées pour expliquer le courant inverse produit. Ce qui viendrait à l'appui de cette manière de voir, c'est que ce courant inverse augmente successivement d'énergie après la disparition du courant provoqué par la seconde électrisation, et cela pendant longtemps ($1^h 30^m$), si la première électrisation a duré très-longtemps ou s'est répétée un grand nombre de fois. D'un autre côté comment expliquer, sans cette hypothèse, la diminution successive de l'intensité des courants transmis par les silex lorsqu'on renverse alternativement le sens de ces courants, et alors que ces alternatives l'augmentent au contraire dans les pierres réellement humides, et par suite de l'addition qui se fait alors du courant de polarisation résultant de l'électrisation inverse qui a précédé? Comment enfin expliquer la conductibilité encore sensible que conserve le silex quand on l'a chauffé pendant longtemps à l'étuve et qu'on l'expérimente encore brûlant? Il est certain qu'il se produit en dehors de l'action électrolytique un effet électrique particulier qui pourrait bien être le résultat de la polarisation électrotonique dont j'ai parlé dans mes précédentes Notes, et ce ne pourrait être qu'à une action de ce genre qu'il serait possible de rapporter les courants très-faibles, il est vrai, mais néanmoins appréciables que déterminent les corps homogènes faiblement humides après avoir servi de conducteurs à un courant d'une durée suffisante.

» Quant au fait de l'accroissement successif de l'intensité du courant pendant le temps de sa circulation dans les pierres dures, il n'est pas exclusivement le propre de ces pierres; on le retrouve, comme je l'ai déjà indiqué dans ma dernière Note, quand le courant traverse des liquides très-résistants qui ne provoquent qu'un simple dégagement de gaz, tels que l'eau distillée, par exemple; ce n'est qu'une question de résistance et d'énergie de polarisation, et la preuve, c'est qu'avec l'eau ordinaire cet accroissement n'existe plus. »

CHIMIE. — *Nouvel hydrate cristallisé d'acide chlorhydrique;*
par MM. I. Pierre et Ed. Puchot. (Extrait.)

« Lorsqu'on soumet à une très-basse température de l'acide chlorhydrique concentré du commerce, on n'en voit aucune partie se séparer

sous forme cristalline, même lorsqu'on maintient longtemps la température entre — 25° et — 30° C. ; mais, si l'on y fait alors passer un courant continu de gaz acide chlorhydrique à peu près sec, les choses se passent tout différemment.

» Quand le liquide est descendu jusqu'à — 21° ou — 22° C. et qu'il s'y est maintenu pendant quelques instants après sursaturation, on le voit remonter spontanément à — 18°, bien que le mélange frigorifique se maintienne au-dessous de — 25°. A partir de ce moment, il se forme une abondante cristallisation, alimentée par le courant de gaz, et la température peut se maintenir, sans variation sensible, à — 18°.

» Nous avons toujours observé, avant le dépôt des cristaux, un surabaissement de 3 ou 4 degrés dans la température du liquide, c'est-à-dire un phénomène de surfusion ou de sursaturation.

» Une opération synthétique, faite avec de l'eau distillée, nous a montré que, lorsque le poids des cristaux déposés représente près d'une fois et demie celui de l'eau employée, l'acide réel absorbé représente à peu près le poids de l'eau, ce qui indiquait déjà, pour les cristaux et leurs eaux mères, une composition moyenne voisine de ClH, 4HO. Nous verrons plus loin cette présomption confirmée par l'analyse.

» Ces cristaux d'acide chlorhydrique hydraté sont assez peu maniables et répandent à l'air d'épaisses fumées blanches en se décomposant. Additionnés d'eau, ils s'y dissolvent très-rapidement. Abandonnés dans un flacon muni d'un thermomètre et disposé de manière à livrer passage à l'excès de gaz qui peut se trouver mis en liberté, ces cristaux fondent lentement si la température ambiante est voisine de zéro, et le thermomètre reste stationnaire à — 18°. Dans une de nos expériences, il fallut plus de cinq quarts d'heure pour obtenir la fusion complète de 115 grammes de cristaux, le thermomètre restant fixe à — 18° jusqu'à la fin.

» Ces cristaux sont constamment restés au fond du vase ou y sont tombés lorsqu'ils étaient libres; d'où il est permis de conclure qu'ils sont plus denses que les eaux mères. Pendant leur fusion, il se dégageait d'assez abondantes bulles de gaz : on en peut conclure que les cristaux doivent être sensiblement plus riches que les eaux mères en acide réel.

» Nous n'avons pas essayé d'en déterminer la forme cristalline, qui nous a semblé rappeler les allures de ceux du carbonate de soude.

» La facilité avec laquelle se décomposent à l'air ces cristaux rendait assez difficile une analyse directe. Nous avons ajouté, à un poids connu de cristaux égouttés, un poids également connu d'eau distillée, assez grand pour prévenir un dégagement ultérieur d'acide gazeux. Il était assez facile

de tenir compte de cette eau dans l'analyse, et l'on devait se trouver ainsi dans de bonnes conditions pour obtenir un échantillon moyen du mélange, en facilitant la production de ce dernier par l'agitation. C'est dans ces conditions qu'ont été faits les essais suivants.

» Ces essais n'ont porté que sur le chlore, parce qu'il ne peut y avoir de doute sur la nature des éléments constitutifs du composé.

I. *Cristaux de la première opération, faite avec de l'acide chlorhydrique du commerce* [on avait ajouté 500 grammes d'eau distillée à 446 grammes de cristaux (1)].

Premier dosage. Liquide employé.............. $1^{gr},223$
Chlorure d'argent correspondant.. $1^{gr},090$

D'où, équivalents d'eau par équivalent d'acide réel.......... $4^{éq},38$

Deuxième dosage. Liquide employé.............. $1^{gr},662$
Chlorure d'argent correspondant.. $1^{gr},484$

D'où, équivalents d'eau par équivalent d'acide réel.......... $4^{éq},38$

» Comme le mélange liquide était coloré en jaune par de l'oxyde de fer fourni par les eaux mères, les impuretés dues aux causes de cette nature devaient avoir pour conséquence d'abaisser le chiffre de l'acide chlorhydrique et d'élever celui de l'eau correspondante.

II. *Cristaux d'une autre opération faite avec de l'acide pur et de l'eau distillée* (on avait ajouté à 254 grammes de cristaux 501 grammes d'eau. Le liquide provenant du mélange était incolore).

Premier dosage. Liquide employé.............. $1^{gr},515$
Chlorure d'argent correspondant.. $0^{gr},987$

Équivalents d'eau par équivalent d'acide réel................ $4^{éq},17$

Deuxième dosage. Liquide employé.............. $1^{gr},288$
Chlorure d'argent correspondant.. $0^{gr},843$

Équivalents d'eau par équivalent d'acide réel............... $4^{éq},15$

» Tous les dosages qui précèdent donnent un peu plus de 4 équivalents d'eau pour 1 équivalent d'acide chlorhydrique réel; mais remarquons :

» 1° Que la difficulté de bien égoutter des cristaux si altérables nous exposait inévitablement à y laisser une proportion notable d'eau mère un peu plus pauvre en acide que les cristaux;

(1) Comme une partie des cristaux se détachaient facilement en retournant le flacon pour égoutter les eaux mères, on a craint de faire durer trop longtemps l'égouttement, et il a dû rester en mélange un peu d'eaux mères.

» 2° Que, pendant le court espace de temps qui s'écoule lorsqu'on les égoutte, les cristaux subissent un commencement de décomposition avec perte d'acide chlorhydrique.

» L'ensemble de ces diverses circonstances nous expose à trouver nos cristaux un peu plus pauvres en acide chlorhydrique ou un peu plus riches en eau que la réalité, et nous croyons pouvoir admettre, pour leur composition, la formule ClH.4HO. Nous aurions donc là l'hydrate le plus riche et le mieux défini qu'on ait encore observé pour l'acide chlorhydrique.

» *De l'emploi, comme mélange frigorifique, de la neige et de l'acide chlorhydrique.* — Nous avions déjà observé, pendant l'hiver de 1874 à 1875, que l'acide chlorhydrique et la neige constituaient l'un des mélanges frigorifiques les plus énergiques et les plus économiques. Voici les résultats de quelques essais récemment effectués dans des conditions ordinaires :

			Température finale.
Premier essai :	Neige	500	-29°
	Acide (1)	200	
Deuxième essai :	Neige	500	-29
	Acide	230	
Troisième essai :	Neige	500	-31
	Acide...........	250	
Quatrième essai :	Neige...........	500	-27
	Acide...........	300	
Cinquième essai :	Neige...........	500	-32
	Acide...........	250	

» Dans les quatre premiers essais on versait lentement et en agitant constamment la totalité de l'acide sur la neige; dans le cinquième essai, on n'avait mis d'abord que la moitié de la neige, et l'autre moitié avait été ajoutée après l'acide. Dans les trois essais qui vont suivre, l'acide avait été préalablement refroidi à $-15°$ ou $-16°$.

			Température finale.
Sixième essai :	Neige...........................	500	-35°
	Acide refroidi	250	
Septième essai :	Neige...........................	500	-34
	Acide refroidi	300	
Huitième essai :	Neige...........................	500	-34
	Acide refroidi et saturé (2)	260	

(1) L'acide marquait un peu moins de 23 degrés à l'aréomètre de Baumé, à la température de 3 degrés.

(2) L'acide dont il est ici question avait été saturé à une température d'environ $-18°$, et avait absorbé 268 grammes d'acide gazeux par kilogramme d'acide commercial primitif.

			Température finale.
Neuvième essai :	Neige	500	$-35°$
	Acide refroidi et saturé	200	
Dixième essai :	Neige	500	-34
	Acide refroidi et saturé à 18 degrés	175	

» De là les conclusions pratiques suivantes :

» 1° En mélangeant 2 parties de neige avec 1 partie d'acide chlorhydrique du commerce, on peut abaisser la température jusqu'à $-32°$;

» 2° On peut descendre jusqu'à $-35°$, en prenant la précaution de refroidir préalablement l'acide jusqu'à $-15°$ à $-16°$;

» 3° L'acide sursaturé à $-16°$ ou $-18°$ ne paraît pas avoir d'avantage sensible sur l'acide ordinaire.

» Lorsque avec un mélange de neige et d'acide chlorhydrique on veut monter un bain réfrigérant dont l'abaissement de température doit être maintenu longtemps, il serait assez difficile de rester à $-34°$ ou $35°$; mais si l'on veut se contenter d'une température de $-25°$ à $-26°$, on peut y parvenir par des additions successives de neige et d'acide un peu refroidi. Lorsqu'on s'aperçoit que la température a une tendance trop prononcée à remonter, on siphonne le liquide inférieur avant d'ajouter de nouvelle neige et de nouvel acide. Le liquide siphonné peut alors servir à refroidir l'acide qu'on doit employer plus tard (1). »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur une nouvelle loi fondamentale de l'Électrodynamique.* Note de M. R. Clausius.

« M. W. Weber a énoncé, pour expliquer les phénomènes électrodynamiques, une loi sur l'action que deux particules d'électricité, qui sont en mouvement, exercent l'une sur l'autre. Soient e et e' ces deux particules, dont chacune peut être positive ou négative, et r leur distance, qui est une fonction du temps t. Ces particules exercent l'une sur l'autre, d'après M. Weber, une répulsion qui s'exprime par la formule

$$\frac{ee'}{r^2}\left[1-\frac{1}{c^2}\left(\frac{dr}{dt}\right)^2+\frac{2}{c^2}r\frac{d^2r}{dt^2}\right],$$

dans laquelle c désigne une constante.

» Mes recherches sur ce sujet m'ont donné la conviction que cette loi,

(1) Il est à peine utile d'ajouter qu'il est avantageux d'envelopper le vase qui contient le mélange réfrigérant pour éviter le réchauffement dû aux courants d'air et au dépôt de givre. Nous avons pu souvent ainsi, avec moins de 3 kilogrammes d'acide chlorhydrique ordinaire, maintenir pendant neuf ou dix heures, à $-25°$, avec de faibles variations, un bain réfrigérant d'environ 4 à $4\frac{1}{2}$ litres.

qui a déjà été combattue par M. Helmholtz et par d'autres auteurs, ne répond pas à la réalité, mais qu'elle doit être remplacée par une autre loi que je me permets de communiquer à l'Académie, en me réservant de développer plus tard, d'une manière complète, les raisons qui m'y ont conduit.

» Soient x, y, z et x', y', z' les coordonnées rectangulaires, au temps t, des deux particules d'électricité e et e' concentrées chacune en un point. Représentons les coordonnées relatives de e par rapport à e' par

$$\xi = x - x', \quad \eta = y - y', \quad \zeta = z - z';$$

désignons, comme plus haut, par r la distance des deux particules, par ds et ds' les deux éléments de chemin qu'elles parcourent simultanément, par ε l'angle compris entre les directions de ces éléments, et par v et v' les vitesses des deux particules. Si nous représentons par Xee', Yee', Zee' les composantes, suivant les trois axes, de la force totale (électrostatique et électrodynamique) que la particule e éprouve de la part de la particule e', nous aurons d'abord, sous la forme la plus générale, les équations suivantes, dans lesquelles k désigne une constante positive qui dépend du rapport entre la partie électrodynamique et la partie électrostatique de la force, et n une autre constante sur laquelle nous reviendrons plus loin :

$$X = \frac{\xi}{r^3} - k\left(\frac{\xi}{r^3}\cos\varepsilon + n\frac{d^2\frac{\xi}{r}}{ds\,ds'}\right)vv' + k\frac{d}{dt}\left(\frac{1}{r}\frac{d\xi}{dt}\right),$$

$$Y = \frac{\eta}{r^3} - k\left(\frac{\eta}{r^3}\cos\varepsilon + n\frac{d^2\frac{\eta}{r}}{ds\,ds'}\right)vv' + k\frac{d}{dt}\left(\frac{1}{r}\frac{d\eta}{dt}\right),$$

$$Z = \frac{\zeta}{r^3} - k\left(\frac{\zeta}{r^3}\cos\varepsilon + n\frac{d^2\frac{\zeta}{r}}{ds\,ds'}\right)vv' + k\frac{d}{dt}\left(\frac{1}{r}\frac{d\zeta}{dt}\right).$$

» De ces équations on peut déduire toutes les forces exercées entre des courants galvaniques, ainsi que les effets d'induction.

» Les composantes de l'action qu'un élément de courant ds éprouve de la part d'un élément de courant ds' sont représentées, d'une manière tout à fait générale, par les expressions

$$cii'\,ds\,ds'\left(-\frac{\xi}{r^3}\cos\varepsilon + \frac{d\frac{1}{r}}{ds'}\frac{d\xi}{ds} + \frac{d\frac{1}{r}}{ds}\frac{d\xi}{ds'} - n\frac{d^2\frac{\xi}{r}}{ds\,ds'}\right),$$

$$cii'\,ds\,ds'\left(-\frac{\eta}{r^3}\cos\varepsilon + \frac{d\frac{1}{r}}{ds'}\frac{d\eta}{ds} + \frac{d\frac{1}{r}}{ds}\frac{d\eta}{ds'} - n\frac{d^2\frac{\eta}{r}}{ds\,ds'}\right),$$

$$cii'\,ds\,ds'\left(-\frac{\zeta}{r^3}\cos\varepsilon + \frac{d\frac{1}{r}}{ds'}\frac{d\zeta}{ds} + \frac{d\frac{1}{r}}{ds}\frac{d\zeta}{ds'} - n\frac{d^2\frac{\zeta}{r}}{ds\,ds'}\right),$$

dans lesquelles i et i' désignent les intensités des courants, et c une constante positive, qui dépend de la constante k et de l'unité qui sert de mesure à ces intensités de courants.

» Il s'agit maintenant encore de savoir quelle valeur il faut attribuer à la constante n.

» Si l'on choisit la valeur 1, les dernières expressions représentent les composantes de la force même qu'Ampère a déduite de ses expériences, à savoir d'une attraction exprimée par

$$cii'dsds'\left(\frac{\cos\varepsilon}{r^2}+r\,\frac{d^2\frac{1}{r}}{ds\,ds'}\right).$$

» Mais cette formule d'Ampère ne peut être vérifiée expérimentalement pour deux simples éléments de courant; la vérification expérimentale porte toujours sur des cas où l'un au moins des courants est fermé. Il est donc permis d'admettre qu'il peut encore exister d'autres forces qui s'exercent entre deux éléments de courant, pourvu qu'elles satisfassent seulement à la condition de conduire, pour un courant fermé, au même résultat que celui d'Ampère. On obtiendra des forces de cette nature en donnant à la constante n, dans les trois expressions ci-dessus, différentes valeurs; car, dans chacune de ces expressions, le terme affecté du facteur n est un coefficient différentiel du second ordre par rapport à s et s', qui donne un résultat nul lorsqu'on l'intègre relativement à un courant fermé, et ne peut, par conséquent, avoir aucune influence sur l'action qu'un courant fermé exerce sur un élément de courant.

» On peut donc, si l'on ne veut admettre comme certain que ce qui est confirmé par l'expérience, considérer provisoirement n comme une constante qui reste à déterminer. Mais sa valeur la plus vraisemblable, théoriquement, est celle qui rend plus simples les équations fondamentales, à savoir la valeur zéro, qui change ces équations en

$$X=\frac{\xi}{r^3}(1-kvv'\cos\varepsilon)+k\frac{d}{dt}\left(\frac{1}{r}\frac{d\xi}{dt}\right),$$

$$Y=\frac{\eta}{r^3}(1-kvv'\cos\varepsilon)+k\frac{d}{dt}\left(\frac{1}{r}\frac{d\eta}{dt}\right),$$

$$Z=\frac{\zeta}{r^3}(1-kvv'\cos\varepsilon)+k\frac{d}{dt}\left(\frac{1}{r}\frac{d\zeta}{dt}\right). »$$

THERMODYNAMIQUE. — *Sur l'étude des moteurs thermiques et sur quelques points de la théorie de la chaleur en général.* Note de M. Hirn.

« Au moment de publier le tome II de mon ouvrage de *Thermodynamique*, je prie l'Académie de me permettre de signaler à son attention quelques-uns des résultats généraux auxquels j'ai été conduit.

» Ce volume renferme (Livre IV) l'application de la Thermodynamique à l'étude des moteurs thermiques, et (Livre V) l'exposition de la *seconde branche* de la théorie de la chaleur.

» La partie relative aux moteurs, et particulièrement aux moteurs à vapeur, est le résultat et le résumé de vingt années de recherches, dirigées dans le même sens et exécutées avec des moyens d'observation sans cesse perfectionnés. Deux choses y frapperont le lecteur : c'est, d'une part, la manière admirable dont s'appliquent et se vérifient les équations fondamentales de la théorie de la chaleur ; c'est, d'autre part, l'impossibilité où nous nous trouvons d'établir une théorie proprement dite de tel ou tel moteur thermique en particulier, une théorie permettant de déterminer, *a priori* et sans données empiriques, les circonstances essentielles des fonctions de la machine (travail produit, chaleur dépensée, etc., etc.). La contradiction apparente qui existe entre ces deux énoncés s'explique très-naturellement, par un fait intéressant, au plus haut degré, au point de vue de la Physique mécanique.

» Il y a bon nombre d'années déjà que notre vénéré et bien regretté confrère Combes a montré, par une expérience décisive, l'influence puissante qu'exerce, sur le rendement de la machine à vapeur, l'enveloppe ou chemise à vapeur de Watt. Cette expérience a été pour moi la révélation d'un principe dont je n'ai cessé depuis de poursuivre l'étude et l'application. Dès le début (1855), j'avais reconnu qu'il est rigoureusement impossible de traiter la machine à vapeur, entre autres, comme un *simple mécanisme*, et de négliger les propriétés physiques de ses organes. Les parois des cylindres moteurs, les pistons, les tiges, etc., se comportent comme des réservoirs de chaleur : ces pièces reçoivent de la chaleur pendant la période d'admission de la vapeur ; elles en cèdent ou en reçoivent pendant la détente ; elles en perdent pendant la condensation ou période d'évacuation. La grandeur de cette triple action varie considérablement. Rarement ou jamais négligeable, elle devient souvent telle que l'on commettrait des erreurs de 30, 40, 50 pour 100, si l'on voulait (par exemple et entre autres) déterminer *a priori* la dépense en vapeur, par coup de piston, en formant le produit de la densité

par le volume engendré à chaque cylindre. Mais, en espèce et en valeur numérique, elle varie non-seulement d'un moteur à un autre, mais dans le même moteur, par suite de circonstances en apparence insignifiantes et dont il est, en tous cas, impossible de pressentir même le rôle. Nous ne pouvons donc savoir à l'avance combien il se condensera de vapeur dans le cylindre pendant l'admission ; suivant quelle loi la vapeur se détendra ; combien elle enlèvera de chaleur aux parois pendant la condensation ; toutes choses dont la connaissance est pourtant indispensable dans une théorie réelle.

» Une machine à vapeur donnée ayant été étudiée expérimentalement, dans telles ou telles conditions bien stables, il est au contraire toujours possible de résoudre *a posteriori* les problèmes les plus importants qu'elle comporte. C'est en ce sens qu'on arrive à une concordance remarquable entre les données que fournit la Thermodynamique et celles auxquelles conduisent des expériences bien faites.

» Je puis me servir de cette dernière expression sans manquer aux règles élémentaires de la modestie, car je ne suis plus seul en cause ici. J'ai eu, depuis ces dix dernières années, la bonne chance d'avoir, non pour aides, mais pour collaborateurs, deux hommes aussi zélés que capables, M. Leloutre, autrefois professeur à l'École industrielle, à Mulhouse, et M. Hallauer, ingénieur civil : ils ont concouru, non-seulement à la bonne exécution d'expériences qui, pour un seul observateur, sont fatigantes au delà de toute idée, mais ils m'ont aidé dans les calculs, dans la mise en œuvre des résultats des expériences. Je leur laisse donc une large part dans le travail commun, et je leur témoigne ici toute ma gratitude.

» Je n'apprendrai rien de nouveau à personne en disant que, sans les travaux de M. Regnault, toute expérience correcte sur la machine à vapeur serait impossible. Ce qui est toutefois de nature à étonner, c'est le caractère de rigueur presque absolue de ces travaux, en ce qui concerne l'étude de l'eau et de sa vapeur. On verra, par la lecture du Livre IV de mon ouvrage, que la traduction algébrique de mes expériences sur la machine à vapeur renferme deux et parfois trois systèmes d'équations différentes, qui sont de nature à se vérifier réciproquement, et dont les solutions coïncident numériquement, à la condition formelle que les expériences soient justes et que les données de M. Regnault soient rigoureusement exactes. Au début, les vérifications auxquelles nous arrivions m'ont, l'avouerai-je ? *inquiété*. J'appréhendais des coïncidences fortuites ; je craignais de devoir attribuer aux nombres fournis par M. Regnault une rigueur dépassant ce qu'on pou-

vait raisonnablement prétendre. La répétition non interrompue de ces coïncidences dissipa cependant bientôt mes craintes. Qu'il me soit permis de payer ici un tribut d'admiration aux travaux d'un confrère que le malheur, depuis ces dernières tristes années, n'a point épargné.

» Les équations fondamentales de la Thermodynamique, relatives aux vapeurs, aux liquides, aux solides, peuvent se diviser en deux classes bien distinctes. Dans les unes, le travail interne, le travail moléculaire, est traité, implicitement ou explicitement, comme un *facteur simple*. Dans les autres, on décompose ce travail en ses *divers éléments*. Je cite un exemple entre mille, pour bien préciser. Lorsqu'un liquide bout sous une pression constante, et, par suite, à une température constante, il faut, pour évaporer l'unité de poids, une certaine quantité de chaleur r, que les expériences de M. Regnault nous permettent de déterminer dans un grand nombre de cas; cette chaleur, jadis appelée *latente*, représente un travail $425r$, formé de deux parties, l'une f exprimant le travail interne engendré par la vapeur en se formant; l'autre ρ exprimant le travail interne relevant des actions moléculaires. Cela posé, dans les équations de la première classe, on laisse intacts les termes r ou ρ et leurs différentielles dr, $d\rho$; dans les équations de la seconde classe, on décompose au contraire ρ en ses deux facteurs R et v, le premier représentant une *résistance surmontée*, quelles que soient son espèce, son origine; le second représentant un *espace parcouru*, quelle que soit aussi sa nature (écartement de molécules ou autres). C'est l'ensemble des équations de cette dernière espèce qui constitue ce que j'ai appelé la *seconde branche* de la Thermodynamique, laissant le nom de *première branche* à l'ensemble, beaucoup plus généralement connu, des équations de la première espèce et des phénomènes qu'elles concernent.

» Il semble, à première vue, qu'il doive être impossible d'édifier cette seconde branche sans recourir à des hypothèses, soit sur la nature des forces, soit sur la forme, le nombre, la grandeur des atomes, etc. Il n'en est pourtant heureusement pas ainsi. Les phénomènes étudiés, dans cette seconde branche, nous obligent incontestablement à *pénétrer par la pensée* dans l'intérieur des corps; ils nous *invitent* à poser certaines hypothèses, mais ils n'en nécessitent aucune pour se laisser exprimer mathématiquement.

» En examinant attentivement les causes qui troublent quelques-unes des lois connues depuis longtemps en Physique et réputées applicables seulement à certains ordres restreints de cas, on arrive, sans faire aucune supposition gratuite sur la nature des forces, à donner à ces lois un caractère

rationnel et tout à fait général, d'où est bannie toute apparence d'empirisme. C'est ainsi, par exemple, que la loi de Mariotte et Gay-Lussac qui, telle quelle, ne s'applique pas même aux gaz (Regnault), peut, à l'aide de quelques termes nouveaux, être convertie en une loi universelle, s'appliquant non-seulement aux gaz et aux vapeurs, mais aux liquides et aux solides. Ces lois, ainsi corrigées et généralisées, ne sont encore qu'approximatives dans leurs applications nouvelles; mais on aperçoit aussi très-clairement les causes de perturbations, et l'on voit de quelle manière elles pourront être corrigées plus profondément.

» Les équations de la seconde branche n'ont peut-être pas encore le degré de précision, de rigueur de celles de la première branche; mais elles revètent, si c'est possible, un caractère plus original, plus *pénétrant*. Déjà aujourd'hui elles nous conduisent à évaluer, très-correctement dans certains cas, l'*intensité* de l'attraction moléculaire; bientôt elles nous conduiront de même à *peser l'énergie* de l'affinité élective. Nous apercevons ainsi à un horizon très-lointain sans doute encore, mais sous une forme pourtant nette et définie déjà, la naissance d'une *chimie mathématique*.

» Comme œuvre personnelle dans les développements de cette branche, j'ai fait tous mes efforts pour ne jamais sortir des limites de ce qu'on peut considérer comme positif et comme démontrable, sinon démontré, et je suis persuadé que, bien loin de m'accuser d'*audace*, la plupart de mes lecteurs me reprocheront de m'être arrêté à mi-chemin.

» Dans l'un des derniers paragraphes de mon ouvrage, j'ai eu, au sujet d'une loi connue d'électrolyse, à examiner ce qui constitue réellement la *grandeur* du mouvement électrique, ce qui constitue une *quantité* d'électricité dynamique. J'ai formulé quelques définitions et quelques propositions, sur lesquelles je me permets d'appeler l'attention des physiciens : elles me semblent différer considérablement de celles qui sont admises généralement. J'ai toutefois évité avec le plus grand soin de me poser comme *novateur*, comme *inventeur*. Dans la solitude absolue où je vis et travaille, il m'est parfois très-difficile de me tenir au courant des données tout à fait récentes de la Science. A ce point de vue, qui est d'ailleurs secondaire à mon sens, je me repose entièrement sur l'équité du public compétent. »

ANTHROPOLOGIE. — *Têtes osseuses de races humaines fossiles et actuelles. Histoire de la craniologie ethnique. Race Négrito;* par MM. DE QUATREFAGES et HAMY.

« En présentant à l'Académie la quatrième livraison des *Crania Ethnica*, M. de Quatrefages en résume le contenu dans les termes suivants :

» La première partie de cette livraison comprend la fin de l'histoire des races humaines fossiles, et plus particulièrement des indications relatives aux traces que les races brachycéphales et mésaticéphales de l'époque quaternaire ont laissées dans les populations actuelles. La plupart de ces faits ont été déjà résumés dans notre dernière Communication à l'Académie. Nous ne parlerons donc aujourd'hui que de ceux qui concernent les rapports entre la race fossile de Grenelle et les populations de l'époque moderne qui se rattachent au type Lapon.

» Il n'y a pas, il est vrai, une identité parfaite entre les crânes extraits de la carrière Hélie (moyens niveaux supérieurs) et ceux des Lapons de nos jours. Mais, en somme, les analogies que nous avons constatées entre ces têtes osseuses sont beaucoup plus nombreuses et plus importantes que les différences. Ainsi, nos crânes de Grenelle viennent se placer exactement entre ceux des deux collections de crânes lapons les plus considérables qui aient été recueillies, celle Lycksele et celle de Kautokeino, par leur courbe horizontale, les indices céphaliques et la longueur des diamètres antéro-postérieur et transverse.

» Ces diverses particularités, et d'autres, sur lesquelles nous reviendrons, quand nous étudierons les races actuelles, nous ont fait admettre l'existence d'un *type laponoïde*, auquel se rattache un grand nombre de populations échelonnées dans le temps et répandues à peu près dans l'Europe entière.

» C'est à lui qu'appartiennent ces têtes osseuses de l'époque néolithique, recueillies en Suède et en Danemark, regardées comme franchement lapones par le vénérable Sven Nilsson. Retzius père, après quelques hésitations, s'était rangé à la même opinion, qui est aujourd'hui celle, croyons-nous, de tous les anatomistes du Nord et en particulier celle de notre éminent Correspondant M. Steenstrup.

» Cette même race s'est retrouvée dans les anciennes sépultures de l'Allemagne du Nord et de l'Ouest, dans les *round-barrows* des îles Britanniques. Toutefois, sauf peut-être dans les îles danoises où elle semble avoir prédominé, elle est généralement peu nombreuse. L'un de nous

(M. Hamy), après avoir fait le relevé des collections de Stockholm et de Lund, a trouvé qu'elle n'entrait que pour un dixième environ dans la composition des anciennes populations suédoises. Il en est à peu près de même en Angleterre.

» En France, le type laponoïde s'est rencontré dans les sépultures néolithiques de la Pierre-qui-Tourne et de Marly-le-Roi. On le retrouve dans les populations actuelles des environs de Paris. Les collections du Muséum renferment un certain nombre de têtes qui ne peuvent laisser de doute à cet égard.

» Nous retrouvons encore ce type, presque à l'état de pureté, dans les Alpes du Dauphiné. Une collection fort curieuse, recueillie par M. Hoël dans d'anciens cimetières, justifie pleinement ce que l'un de nous a dit à ce sujet au Congrès de Stockholm.

» Les études craniologiques les plus récentes confirment donc, dans une certaine mesure, l'opinion exprimée par Retzius père relativement à l'ancienne extension de son type brachycéphale ancien; c'est, du reste, une des questions que nous aurons à reprendre plus tard.

» La seconde partie de la livraison et de l'ouvrage lui-même commence par un chapitre consacré à l'histoire de la craniologie ethnique. C'est la reproduction quelque peu modifiée du discours d'ouverture d'un cours sur le même sujet professé par l'un de nous (M. Hamy) à la salle Gerson.

» Ce n'est guère que dans les monuments artistiques de la Grèce que l'on peut trouver quelques renseignements sur le sujet de ces études. La distinction des types dolichocéphale et brachycéphale se montre dans les statues, dans les portraits que nous devons aux sculpteurs de ce pays. Au premier appartiennent les grands dieux de l'Olympe; les satyres, les faunes se rattachent au second. Miltiade, Périclès, Eschyle, Sophocle, Démosthènes, etc., étaient dolichocéphales; Socrate était brachycéphale.

» Les Romains ont laissé plus de documents utilisables pour nos études. Mais aucun peuple de l'antiquité ne peut, à ce point de vue, rivaliser avec les Égyptiens. Les deux auteurs ont pu juger par eux-mêmes du nombre et de l'exactitude des peintures et des bas-reliefs, du plus haut intérêt pour l'ethnologiste, que renferment les temples et les hypogées égyptiens. Ce ne sont plus seulement les types généraux que l'on reconnaît ici du premier coup d'œil : les caractères secondaires sont reproduits avec une précision qui a devancé parfois la science moderne. C'est ainsi que la variation du teint des races nègres, allant du noir au rouge brun, figurée sur les monu-

ments égyptiens, n'a peut-être été acceptée comme réelle que depuis les derniers voyages.

» Les Assyriens, les Babyloniens, les Persans ont aussi retracé sur leurs monuments bien des scènes instructives pour l'ethnologiste. Les peuples mystérieux qui élevèrent les monuments de l'Amérique centrale ont eux-mêmes laissé des renseignements d'un haut intérêt à ce point de vue. Nous indiquons quelques-uns des faits les plus saillants de cette nature et reproduisons quelques-uns des types empruntés à ces diverses sources.

» A la période purement artistique succède la période scientifique. Celle-ci est toute moderne. Vers le milieu du XVIe siècle et à des titres divers, Luca della Robbia, Albert Durer, Bernard Palissy et N. de Nicolay peuvent être considérés comme ayant ouvert la voie. Toutefois, c'est seulement en 1627 que Spigel se crée, à l'aide de quatre lignes idéales, un type cranien, selon lui bien proportionné. Il est amené par là à comparer la tête du Moscovite, des Macrocéphales d'Hippocrate, des Germains, des Génois et des Belges; mais, adoptant une idée déjà émise par Vésale, il ne voit, dans les différences morphologiques de ces têtes, que le résultat de manœuvres ou d'habitudes qui ont modifié des formes primitivement semblables.

» En réalité, il faut arriver à Daubenton, et surtout à Camper pour trouver des exemples d'étude vraiment scientifique de la tête osseuse. L'angle occipital du premier, bien plus encore les projections et l'angle facial du second attirèrent sérieusement l'attention, et l'on peut dire qu'il se forma une école campérienne à laquelle se rattachent Geoffroy Saint-Hilaire et Cuvier, par leur étude géométrique sur le triangle facial.

» Mais c'est surtout Blumenbach qui doit être regardé comme le véritable fondateur de la craniologie ethnique. Le premier, il semble avoir senti la nécessité de former, pour les études de cette nature, une véritable collection de têtes empruntées à diverses races. Il décrivit et figura dans ses *Décades* la plupart de celles qu'il put se procurer; il substitua aux projections et à l'angle de Camper sa *norma verticalis*, qui permet en effet d'apprécier des caractères importants qui échappent dans les vues de profil. Mais il eut le tort de ne pas comprendre l'importance de ces dernières. La plupart des dessins qu'il a publiés, pris dans les positions les plus disparates, ne peuvent être comparés entre eux, et perdent par conséquent beaucoup de leur valeur.

» A Blumenbach se rattachent essentiellement Lawrence, Prichard, Morton, Richard Owen. Ce dernier a toutefois opposé sa *norma basilaris* à

la *norma verticalis*, pour mieux faire sentir les différences qui séparent les singes anthropomorphes de l'homme. Prichard, de son côté, a introduit dans la description de la tête les considérations tirées du *prognathisme* et de la *conformation pyramidale* que l'un de nous a proposé de mesurer exactement à l'aide d'un instrument spécial présenté à l'Académie, en 1858. Aux modes d'appréciation précédents, Retzius ajouta les rapports des diamètres céphaliques, forma la belle collection qui est encore une des plus riches de l'Europe, et mérita d'être regardé comme le véritable continuateur de Blumenbach.

» La France, qui, par Buffon et Daubenton, avait ouvert la voie, d'abord aux études d'Anthropologie, puis à l'introduction des mesures précises dans la description de la tête humaine, resta longtemps en arrière du mouvement qui se manifestait en Angleterre, en Amérique et en Suède. Il faut arriver à William Edwards et à la Société d'Ethnologie pour voir l'école française reprendre une autorité qui s'accuse par la fondation de Sociétés modelées sur celle de Paris. Peu après, M. Serres reprenait la collection commencée par Cuvier et la développait à un point tel que les anthropologistes américains eux-mêmes la déclaraient être sans rivale. Nous croyons pouvoir dire qu'elle a gardé son rang.

» La Société d'Anthropologie succéda à la Société d'Ethnologie. Elle aussi compte aujourd'hui dans tous les grands États de l'Europe des Sociétés sœurs, fondées à son imitation et qui ont déclaré vouloir marcher sur ses traces. L'autorité qu'elle a su prendre presque dès ses débuts est certainement due à la direction sévère de ses travaux. Il serait impossible d'en rappeler ici même une faible partie et de rendre justice à tous les travailleurs à qui elle doit la position qu'elle a prise; mais nous ne saurions passer sous silence les noms de MM. Broca et Pruner-bey, dont la parole et l'exemple ont été certainement pour une grande part dans la direction générale des travaux de la Société.

» En abordant la description des têtes osseuses appartenant aux races humaines actuelles, nous avons dû, M. Hamy et moi, nous préoccuper de l'ordre dans lequel nous les étudierions, en d'autres termes, de la classification de ces têtes. S'il s'était agi des *races* elles-mêmes, nous aurions incontestablement suivi les principes de la *méthode naturelle*, tels que l'un de nous s'est depuis longtemps efforcé d'en faire l'application à la classification anthropologique; mais, n'ayant à étudier qu'une partie de l'être humain et ne voulant pas aller chercher des caractères en dehors de la tête osseuse, nous avons dû adopter un *système*. Les trois types fondamentaux nous ont

fourni les grandes divisions. Nous avons partagé ensuite les Blancs, les Jaunes et les Nègres en groupes déterminés par les indices céphaliques, en adoptant pour ces derniers la gradation proposée par M. Broca.

» Quoique un peu systématique, cette manière de procéder permet de conserver les grands rapports vrais et de distinguer les principaux éléments ethniques qui entrent dans la composition d'une population donnée.

» Ce dernier résultat est un de ceux auxquels nous nous sommes le plus attachés. Chaque jour, l'étude démontre de plus en plus que les races humaines se sont beaucoup plus mêlées qu'on ne le croyait naguère. Même chez les plus sauvages et dans les conditions apparentes d'isolement les plus assurées, des types plus ou moins distincts se sont rapprochés, juxtaposés ou fusionnés. En pareil cas, celui qui réunit indistinctement, soit tous les individus, s'il fait de l'Anthropologie, soit toutes les têtes, s'il s'en tient à la craniologie, qui évalue les caractères en se bornant à prendre des moyennes, fait en réalité de la *Démographie*. Cette méthode est en outre excellente pour étudier en lui-même un caractère donné. Mais elle n'apporte aucune lumière à l'*Ethnologie ;* elle ne peut rien enseigner relativement aux races plus ou moins distinctes aujourd'hui réunies sur un point déterminé. Par exemple, il est facile de comprendre que ce procédé, appliqué à l'Amérique méridionale, où les indigènes se sont mêlés aux Européens de toute origine et aux Nègres de toute provenance, ne saurait rien apprendre quant aux éléments d'où résulte la population actuelle.

» Distinguer les types craniologiques au milieu des têtes osseuses provenant d'une même contrée, remonter ainsi aux origines plus ou moins multiples des populations, a été au contraire une de nos principales préoccupations.

» Nous avions du reste, l'un et l'autre, procédé ainsi dans divers travaux antérieurs et nous espérons justifier de plus en plus cette manière de comprendre la craniologie.

» Sans doute, elle complique les recherches et pose parfois des problèmes difficiles à résoudre faute de matériaux suffisants, faute de données assez précises sur les modifications que le temps et les conditions d'existence peuvent faire subir à la tête osseuse. En revanehe, elle conduit souvent à des résultats d'un haut intérêt et jette un jour inattendu sur le passé des populations et des races qui n'ont pas même conservé d'histoire traditionnelle.

» Les dernières pages de notre quatrième livraison renferment le com-

mencement de l'étude des crânes nègres. Nous commençons par les races plus ou moins brachycéphales dont l'existence parmi les représentants de ce type fondamental était mise en doute il y a peu d'années encore.

» La première qui a dû attirer notre attention est la race Négrito, dont l'un de nous, dans un travail communiqué en extrait à l'Académie, a fait connaître l'ancienne extension, la distribution actuelle et les caractères pris dans un de ses groupes restés les plus purs. Nos nouvelles études n'ont rien changé aux conclusions tirées de ces premières recherches; aussi croyons-nous inutile de résumer ici de nouveau des faits dont l'ensemble est déjà connu.

» Nous nous bornons à ajouter que cette livraison renferme, comme les précédentes, à côté de têtes faisant partie de l'Atlas et que M. Formant a lithographiées avec un rare talent, un grand nombre de dessins sur bois intercalés dans le texte. Nous saisissons avec plaisir l'occasion de remercier publiquement l'éditeur, dont la générosité intelligente nous permet d'accroître ainsi l'intérêt et la valeur scientifique de l'ouvrage. »

RAPPORTS.

GÉOGRAPHIE. — *Rapport sur la méthode employée par M.* de Magnac *pour représenter les marches diurnes des chronomètres.*

(Commissaires : MM. Pâris, Mouchez, Yvon Villarceau, Jurien de la Gravière rapporteur.)

« Employant une construction graphique résultant d'une formule recommandée par M. Yvon Villarceau, M. le lieutenant de vaisseau de Magnac, pour représenter les marches diurnes des chronomètres, tient compte : 1° des variations de température; 2° de l'âge des huiles. Pareille chose avait déjà été faite depuis longtemps; mais ce qui caractérise la nouvelle méthode, c'est que la formule employée et le tracé correspondant offrent l'ensemble des termes utiles à la représentation de la marche des chronomètres au lieu de n'en comprendre que les deux ou trois premiers.

» L'emploi direct de la formule de Taylor, très-propre à la détermination des positions géographiques, exige des calculs beaucoup trop longs, pour les circonstances ordinaires de la navigation. L'emploi des courbes, au contraire, est déjà en usage dans la marine. L'interprétation seule diffère, et il est évident qu'il y a tout intérêt à adopter, en fait d'interprétation, celle qui repose sur la théorie la plus complète.

» En pratique, que résultera-t-il de l'emploi de la méthode préconisée par M. de Magnac? D'abord, aucun travail supplémentaire. Le résultat cherché sera aussi rapidement obtenu. Si quelque perturbation brusque se produit, elle sera immédiatement accusée. Si, au contraire, aucune solution de continuité n'a lieu, on trouvera à l'atterrissage, entre les résultats fournis par les diverses méthodes, des différences qui feront généralement ressortir plusieurs milles en faveur de la méthode nouvelle. Ainsi M. de Magnac constate que, après 68 jours de traversée, le chronomètre n° 353 de Le Roy lui a donné 2,8 milles d'erreur à l'atterrissage, que ce même chronomètre en aurait donné 53 si l'on n'eût tenu aucun compte des variations de la marche, 13 en introduisant les corrections proportionnelles à la température et à l'âge des huiles, 7 en ajoutant à ces premières corrections un troisième terme proportionnel au carré de la température. On voit donc que le moindre gain dû à l'emploi de la nouvelle méthode est, dans ce cas particulier, de 4,2 milles, avantage qui, certes, est très-pratique et n'est nullement à dédaigner.

» Est-ce à dire que l'on aura toujours à présenter des profits aussi considérables? Nous avons pris dans le travail de M. de Magnac le résultat le plus saisissant. A côté de celui-là, M. de Magnac nous en offre d'autres, moins remarquables sans doute, mais qui ont encore leur prix : après une traversée de quarante et un jours, de Montevideo à l'île d'Aix, on atterrissait, au mois d'août 1867, avec le chronomètre n° 309 de Vissière, à 5 milles près, grâce à l'emploi de la formule de M. Yvon Villarceau. L'erreur eût été de 35 milles, de 21 milles et de 7,5 milles, suivant celle des anciennes méthodes dont on eût fait usage.

» Ce qu'il nous paraît, après ces deux exemples, important d'établir, c'est le degré d'approximation que pourront fournir les diverses méthodes quand on les appliquera à des chronomètres de types différents. En effet, il est certains esprits disposés à n'accorder qu'une médiocre importance au manque de précision qui ne se traduit pas par de gros chiffres : il en est d'autres qui, tout en pensant que la recherche de la précision n'est jamais inutile, seraient portés à repousser des affirmations trop absolues, dans la crainte que ces affirmations n'inspirassent une fausse confiance.

» Ces doutes fort légitimes ne pourront être résolus que par des applications multipliées, et nous proposons à l'Académie de les recommander; mais dès à présent la méthode préconisée par M. de Magnac nous paraît de beaucoup préférable aux anciennes méthodes employées. Dans les observatoires, elle aura incontestablement les meilleurs résultats. La question

est jugée par les observations de quatre-vingt-onze chronomètres à l'Observatoire de Kiel. La méthode graphique expérimentée à la mer par M. de Magnac dérive de sa méthode de calcul. M. de Magnac l'a éprouvée sur dix-sept chronomètres, pendant dix-neuf cent quatre-vingts jours.

» Nous avons le ferme espoir que les officiers de la Marine française concourront avec empressement à l'étude d'un procédé dont nous attendons les plus heureux résultats, et nous demandons à l'Académie l'insertion du Mémoire de M. de Magnac dans le *Recueil des Savants étrangers.* »

L'Académie a approuvé les conclusions de ce Rapport.

MÉMOIRES LUS.

M. Picot donne lecture d'un Mémoire relatif à l'influence de l'époque de la taille de la vigne sur l'état actuel des vignobles du midi de la France.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

GÉOMÉTRIE. — *Détermination, par le principe de correspondance analytique, de l'ordre d'un lieu géométrique défini par des conditions algébriques.* Note de M. Saltel.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« Il n'y a, croyons-nous, que ce seul théorème d'Analyse : *Le résultant de k équations non homogènes et renfermant $(k-1)$ inconnues est une fonction homogène des coefficients de chacune des équations, et dont le degré par rapport aux coefficients de chacune des équations est égal au produit des degrés des équations restantes,* qui permette de trouver, sans éliminations, l'ordre d'un lieu géométrique défini par des conditions algébriques (*); mais, outre que cette méthode ne donne en général, comme nous l'avons constaté sur des *centaines* d'exemples, qu'une limite supérieure, il n'indique pas, lorsqu'on peut l'appliquer avec certitude, de caractères propres à reconnaître ces cas particuliers. Une seconde difficulté se présente dans l'application de ce théorème : il arrive, dans une multitude de problèmes, que les équations qui définissent un lieu ne s'appliquent pas seulement à ce lieu, mais encore

---

(*) Nous disons qu'un lieu est défini par des conditions algébriques lorsqu'on n'a qu'à effectuer des éliminations entre des équations parfaitement déterminées.

à des *courbes étrangères,* en sorte que le nombre ainsi trouvé, fût-il exact, est la somme des ordres de ces diverses courbes, chacune d'elles pouvant avoir d'ailleurs un certain degré de multiplicité. Comment alors déterminer ces divers degrés de multiplicité? C'est là une question que ce théorème est loin de résoudre et qui, par conséquent, le rend impropre à obtenir le véritable nombre cherché.

» La méthode que nous allons exposer, fondée sur le principe de correspondance analytique, est exempte de tous ces reproches.

I. — Exposition de la méthode.

» Nous ne traiterons aujourd'hui que le cas où le lieu est défini par la variation de *deux* courbes ou surfaces d'ordres m_1, m_2, c'est-à-dire le cas où le lieu est défini par $(r+1)$ équations de la forme

$$(D_1)\quad\begin{cases}(1)\quad f_1(x, y, a, b, \alpha, \beta, \ldots)^{m_1} = 0,\\(2)\quad f_2(x, y, a, b, \alpha, \beta, \ldots)^{m_2} = 0,\\(3)\quad f_3(a, b, \alpha, \beta, \ldots) = 0,\\(4)\quad f_4(a, b, \alpha, \beta, \ldots) = 0,\\(5)\quad f_5(a, b, \alpha, \beta, \ldots) = 0,\\\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,\end{cases}$$

renfermant les r paramètres arbitraires a, b, α, β, ... (*).

» 1° *Détermination du degré total des courbes représentées par les équations* (D_1). — Considérons les deux séries de points déterminées sur la droite arbitraire Δ, représentée par $\frac{x}{p} = \frac{y}{q} = \rho$. On a

$$(D_2)\quad\begin{cases}(6)\quad f_1(p\rho_1, q\rho_1, a, b, \alpha, \beta)^{m_1} = 0,\\(7)\quad f_2(p\rho_2, q\rho_2, a, b, \alpha, \beta)^{m_2} = 0,\\(8)\quad f_3(a, b, \alpha, \beta) = 0,\\(9)\quad f_4(a, b, \alpha, \beta) = 0,\\(10)\quad f_5(a, b, \alpha, \beta) = 0.\end{cases}$$

» Si l'on donne à ρ_1 une valeur particulière, les équations (6), (8), (9), (10) constituent un système de quatre équations à quatre inconnues a, b, α, β; à chaque solution de ce système correspondent, en vertu de l'équation (7), m_2 valeurs de ρ_2; donc, si l'on sait *déterminer le nombre des solutions finies communes à un système de r équations à r inconnues,* on saura trouver le

(*) Pour mieux préciser, nous supposerons, dans ce qui suit, $r = 4$.

nombre des points ρ_2 qui correspondent à un point ρ_1, et réciproquement. Or ce dernier problème peut lui-même, ainsi qu'on l'a vu par notre Communication du 15 novembre, être résolu par le principe de correspondance analytique; donc ce principe *seul* suffit pour connaître le nombre μ des points de l'une des deux séries qui correspondent à un point de l'autre.

» Cela posé, s'il arrive, et ce cas se présente en effet très-fréquemment, que le nombre des solutions finies en (a, b, α, β) reste toujours le même, en supposant ρ_1 fini ou infini, l'ordre N cherché sera, conformément au principe de correspondance géométrique entre deux séries de points,

$$N = \mu_1 + \mu_2;$$

dans le cas contraire, il faudra calculer le nombre des valeurs nulles et non nulles des rapports $\frac{\rho_2}{\rho_1}$ ou $\frac{\rho_1}{\rho_2}$, pour ρ_1 infini ou ρ_2 infini.

» Pour cela, on posera d'abord, pour $\rho_1 = \infty$,

$$\lim \frac{\rho_2}{\rho_1} = \rho'_2, \quad \lim \frac{a}{\rho_1} = a', \quad \lim \frac{b}{\rho_1} = b', \quad \lim \frac{\alpha}{\rho_1} = \alpha', \quad \lim \frac{\beta}{\rho_1} = \beta',$$

en sorte que les valeurs de ρ'_2 seront déterminées par les équations

$$(D_3)\quad \begin{cases} (11) & \varphi_1(a', b', \alpha', \beta') = 0, \\ (12) & \varphi_2(\rho'_2, a', b', \alpha', \beta') = 0, \\ (13) & \varphi_3(a', b', \alpha', \beta') = 0, \\ (14) & \varphi_4(a', b', \alpha', \beta') = 0, \\ (15) & \varphi_5(a', b', \alpha', \beta') = 0. \end{cases}$$

» Si les équations (11), (13), (14), (15) ont le même nombre de solutions finies en $(a', b', \alpha', \beta')$ que les équations (6), (8), (9), (10) en (a, b, α, β) (*), on reconnaîtra immédiatement, à l'aide de ces équations et de l'équation (12), combien, parmi les diverses valeurs du rapport $\frac{\rho_2}{\rho_1}$, il y en a qui sont devenues : 1° nulles, 2° finies non nulles, 3° infinies. En opérant de même pour le rapport $\frac{\rho_1}{\rho_2}$, on aura tous les éléments nécessaires pour obtenir, en

(*) A cet égard, disons qu'il serait bien facile de composer *a priori* des équations où nécessairement ce nombre diminuerait, mais nous avons constaté par l'expérience, et c'est là ce qui a constitué le succès de notre méthode, que, dans la multitude de problèmes où nous avons appliqué cette transformation (problèmes dont les énoncés ont été pris arbitrairement dans les divers recueils), ce nombre est resté toujours constant.

appliquant le principe de correspondance analytique, le nombre cherché.

» 2° *Détermination de l'ordre de multiplicité d'un point* O *qui est un point multiple du lieu géométrique.* — Les équations (D_1) se rapportant à des axes coordonnés quelconques, nous pouvons, si (x_0, y_0) sont les coordonnées du point O, en faisant $x_1 = y_1 = 0$, supposer que ce point coïncide avec l'origine. Mais trouver l'ordre de multiplicité de l'origine revient à trouver (en vertu du théorème indiqué dans le *nota* qui termine notre Communication du 15 novembre) le nombre des valeurs nulles et finies des rapports $\frac{\rho_2}{\rho_1}$ ou $\frac{\rho_1}{\rho_2}$ pour ρ_1 ou ρ_2 nuls. On obtiendra ces nombres en suivant une marche toute semblable à celle que nous venons de suivre dans la recherche des diverses valeurs de ces rapports pour ρ_1 ou ρ_2 infinis. Toutefois, il est nécessaire d'ajouter que, si, parmi les valeurs particulières des variables a, b, α, β qui pour ρ_1 nul donnent les valeurs nulles de ρ_2, une ou plusieurs de ces quatre variables ne sont pas nulles, par exemple a, on ne devra pas *évidemment* poser $\frac{a}{\rho_1} = a'$; dans ce cas, il n'y aura aucune substitution à faire relativement à cette variable. La même observation subsiste pour les valeurs de ces variables qui, pour ρ_2 nul, donnent les valeurs nulles de ρ_1.

» 3° *Détermination du degré de multiplicité d'une courbe étrangère* Σ. — Les équations (D_1) définissant le lieu par rapport à des axes arbitraires, on peut toujours modifier facilement les coefficients de manière que l'origine soit un point *arbitraire* de Σ; alors la question est évidemment ramenée à la détermination de l'ordre de multiplicité de ce point, problème que nous venons de résoudre dans le paragraphe précédent.

II. — Applications.

» *On prend, sur une courbe* S *d'ordre* m, *un point* A (a, b); *de ce point comme centre on décrit une circonférence* C, *de rayon constant* d, *qui coupe une courbe fixe* Σ *d'ordre* μ *en un point* B (α, β); *on mène la normale* BI *en ce point à cette courbe; cette droite coupe le cercle* C *en un second point* I *dont on demande l'ordre du lieu, lorsque le point* A *décrit la courbe* S.

» On trouve que le lieu total est d'ordre $4m\mu^2$, et que la courbe Σ est une courbe *étrangère* dont le degré de multiplicité est $4m$; en sorte que le lieu proprement dit est d'ordre $4m\mu(\mu - 1)$. »

GÉOMÉTRIE. — *Note sur un point de Géométrie infinitésimale;* par M. P. SERRET.

(Commissaires : MM. Bonnet, Puiseux.)

« 1. On sait que, si l'on considère, dans une courbe plane quelconque, la ligne diamétrale lieu géométrique du point milieu des cordes parallèles à une direction donnée, la tangente en un point quelconque du diamètre, et les tangentes aux points correspondants de la courbe primitive concourent en un même point. Le tracé géométrique de deux de ces tangentes entraîne donc, en général, le tracé de la troisième; et il n'y a d'exception que pour le cas où les trois sommets du triangle A_1, A_2, T se confondent, comme il arrive au point de rencontre O du diamètre avec la courbe. La détermination de la médiane A_3T de ce triangle évanouissant, ou de la tangente au diamètre en ce point particulier, constitue alors un problème assez délicat, qui a occupé un moment plusieurs géomètres, Maclaurin, Carnot, M. Bertrand, et que l'on peut résoudre très-sûrement par la seule Géométrie, en utilisant d'une manière convenable les lemmes suivants :

» 2. *Lemme I.* — Si A_1A_2, B_1B_2, C_1C_2 désignent trois segments rectilignes parallèles entre eux, on a l'égalité

$$\text{(1)} \qquad \text{surf. } A_1B_1C_1 - \text{surf. } A_2B_2C_2 = 2 \text{ surf. } A_3B_3C_3,$$

A_3, B_3, C_3 désignant les points milieux des segments considérés.

» On voit tout de suite à quelle *composition* de trapèze, deux à deux équivalents, se réduit l'égalité (1), que des considérations empruntées de la Statique rendent d'ailleurs évidente.

» 3. *Lemme II.* — Les inverses des rayons de courbure ρ_1, ρ_2 d'une ligne plane quelconque, considérée en deux de ses points A_1, A_2, et l'inverse du rayon de courbure ρ_3 au point correspondant A_3 de la ligne diamétrale conjuguée à la corde A_1A_2, sont liés par la relation linéaire

$$\text{(2)} \qquad \frac{1}{\rho_1 \sin^3 A_1} - \frac{1}{\rho_2 \sin^3 A_2} = \frac{2}{\rho_3 \sin^3 A_3};$$

$\widehat{A_1}$, $\widehat{A_2}$, $\widehat{A_3}$ désignant les inclinaisons sur la corde $\overline{A_1A_2A_3}$ des tangentes aux points A_1, A_2, A_3 de la courbe proposée et de la ligne diamétrale.

» En effet, si l'on a égard à la formule connue $S = \frac{a.b.c}{4R}$ et que l'on désigne par R_1, R_2, R_3 les rayons des cercles circonscrits aux triangles $A_1B_1C_1$,

$A_2B_2C_2$, $A_3B_3C_3$, la formule (1) pourra s'écrire

$$(1') \qquad \frac{a_1 b_1 c_1}{R_1} = \frac{a_2 b_2 c_2}{R_2} = \frac{2 a_3 b_3 c_3}{R_3}.$$

Et, si l'on conçoit que les cordes variables $B_1 B_3 B_2$, $C_1 C_3 C_2$ se rapprochent indéfiniment de la corde parallèle $A_1 A_3 A_2$, on voit aussitôt que l'on aura à la limite

$$a_1 : a_2 : a_3 = b_1 : b_2 : b_3 = c_1 : c_2 : c_3 = \frac{1}{\sin A_1} : \frac{1}{\sin A_2} : \frac{1}{\sin A_3},$$

$\widehat{A_1}$, $\widehat{A_2}$, $\widehat{A_3}$ étant les angles désignés plus haut. Donc, etc.

» 4. Ces lemmes posés, résolvons l'équation (2) par rapport à $\rho_2 : \rho_1$; il vient

$$\frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{\sin^3 A_1}{\sin^3 A_2} + \frac{2\rho_1 \sin^3 A_1}{\rho_3 \sin^3 A_3},$$

que l'on peut écrire

$$(2') \qquad \frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{\sin^3 A_1}{\sin^3 A_2} + \varepsilon^3,$$

en supposant la corde $A_1 A_2$ infiniment petite, et observant : 1° que $\sin^3 A_1$ est alors du troisième ordre ; 2° que ρ_3 est fini ou infini, mais ne tend pas vers zéro ; 3° que l'angle A_3, droit dans le cercle, ne saurait être infiniment petit dans une courbe quelconque. D'où il suit que le terme qui a été remplacé par ε^3 est infiniment petit du troisième ordre au moins, et du quatrième si ρ_3 devait devenir infini.

» Actuellement, si l'on fait intervenir les angles θ_1 et θ_2 formés avec les tangentes en A_1, A_2 par la droite menée du point milieu A_3 au point de concours de ces tangentes, on pourra, en vertu de l'égalité évidente

$$\frac{\sin A_1}{\sin A_2} = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2},$$

substituer au rapport peu maniable $\sin^3 A_1 : \sin^3 A_2$ le rapport équivalent $\sin^3 \theta_1 : \sin^3 \theta_2$ dont les deux termes, finis, se composeront ensuite beaucoup plus aisément. Écrivant, en effet,

$$(2'') \qquad \frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{\sin^3 \theta_1}{\sin^3 \theta_2} + \varepsilon^3,$$

et retranchant l'unité de chacun des deux membres, il vient d'abord

$$\frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_1} = \frac{\sin^3 \theta_2 - \sin^3 \theta_1}{\sin^3 \theta_1} + \varepsilon^3,$$

ou autrement

$$(2''') \qquad \frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_1} = (\sin\theta_2 - \sin\theta_1) \frac{\sin^2\theta_2 + \sin\theta_2 \sin\theta_1 + \sin^2\theta_1}{\sin^3\theta_1} + \varepsilon^3.$$

» D'ailleurs, si $d\sigma$ désigne l'angle de contingence relatif à l'arc $A_1OA_2 = ds$ auquel se rapporte déjà la différence $\rho_2 - \rho_1$, ou la différentielle équivalente $d\rho$, on a

$$(\text{N}) \quad \theta_1 + \theta_2 = \pi - d\sigma, \quad \theta_2 = \pi - \theta_1 - d\sigma, \quad \theta_2 - \theta_1 = \pi - 2\theta_1 - d\sigma.$$

Droits à la limite, dans le cercle, finis l'un et l'autre dans une courbe quelconque, les angles θ_1 et θ_2 sont donc supplémentaires à la limite; leurs sinus sont alors égaux, et l'on a d'abord

$$(n) \qquad \lim \frac{\sin^2\theta_2 + \sin\theta_2 \sin\theta_1 + \sin^2\theta_1}{\sin^3\theta_1} = \frac{3}{\sin\theta}.$$

On a d'ailleurs

$$\sin\theta_2 - \sin\theta_1 = 2\sin\frac{\theta_2 - \theta_1}{2}\cos\frac{\theta_2 + \theta_1}{2} = 2\cos\left(\theta_1 + \frac{d\sigma}{2}\right)\sin\frac{d\sigma}{2},$$

d'où

$$(n') \qquad \lim(\sin\theta_2 - \sin\theta_1) = d\sigma\cos\theta.$$

» D'une autre part

$$(n'') \qquad \lim\frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_1} = \frac{d\rho}{\rho},$$

et toutes les valeurs (n), (n'), (n'') étant reportées dans la formule $(2''')$, on a définitivement

$$(2^{\text{IV}}) \qquad \frac{d\rho}{\rho} = d\sigma\cos\theta\,\frac{3}{\sin\theta},$$

ou

$$(x) \qquad \cot\theta = \frac{1}{3}\,\frac{d\rho}{\rho\, d\sigma} = \frac{1}{3}\,\frac{d\rho}{ds};$$

c'est la formule donnée par Maclaurin et qu'une analyse régulière, fondée sur le développement de l'x et de l'y d'un point de la courbe en séries ordonnées suivant les puissances ascendantes de l'arc, fournirait aussi, comme on peut le voir dans le Traité de M. Bertrand. On remarquera d'ailleurs que, θ_1 ayant désigné d'abord l'angle de la tangente en A_1 à la courbe proposée avec la tangente A_3T à la ligne diamétrale $\widehat{A_3O}$, θ, limite de θ_1, est l'angle des tangentes en O à la courbe proposée et à la ligne diamétrale.

» On n'avait point encore de démonstration géométrique directe de cette formule; celle que l'on vient d'exposer a été donnée récemment. Les difficultés inhérentes au problème se trouvent levées ici, comme on voit, à l'aide du lemme II et par la substitution du rapport $\sin\theta_2 : \sin\theta_1$ au rapport initial $\sin A_2 : \sin A_1$. On sait que Carnot avait résolu la question

par cette formule entièrement erronée, et où ne figurent même que des rapports différentiels du deuxième ordre

$$(x') \qquad \cot \mathrm{T}mn \quad \text{ou} \quad \cot\theta = \frac{dy}{dx} + \frac{d^2x(dx^2 + dy^2)}{dx^2(dx\,d^2y - dy\,d^2x)} \quad (*). »$$

GÉOMÉTRIE. — *Note sur les cubiques gauches*; par M. **Appell.**

(Commissaires : MM. Chasles, Bertrand.)

« Un corps solide étant en mouvement, considérons ce corps à un instant quelconque; si à un point p du corps on fait correspondre le plan P mené par ce point perpendiculairement à sa vitesse, et à un plan P le point p de ce plan dont la vitesse est normale au plan, on a le système des plans et de leurs foyers dont les propriétés ont été démontrées par M. Chasles. Considérons, d'autre part, une cubique gauche; si à un point p' on fait correspondre le plan P′ passant par les points de contact des trois plans osculateurs qu'on peut mener de p' à la courbe, et à un plan P′ le point de concours p' des plans osculateurs à la courbe aux trois points où elle est rencontrée par le plan P′, on obtient un système (p'P′), dont les propriétés, analogues à celles du système (pP), ont été étudiées par M. Schröter (*Journal de Crelle*, t. 56.)

» Les propriétés du système (p'P′) se déduisent d'une manière très-simple de cette remarque, que la cubique est une courbe unicursale, et que, si l'on désigne par λ le paramètre en fonction rationnelle duquel on exprime les coordonnées de ses points, les valeurs de $\lambda_1 \lambda_2 \lambda_3$ de ces paramètres relatives aux trois points où la cubique est rencontrée par un plan passant par un point fixe vérifient une relation de la forme

$$A\lambda_1\lambda_2\lambda_3 + B(\lambda_1\lambda_2 + \lambda_2\lambda_3 + \lambda_3\lambda_1) + C(\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3) + D = 0.$$

» Mais je laisse de côté ces considérations pour arriver à l'objet principal de cette Note.

» L'analogie entre les systèmes (pP), (p'P′) conduit à supposer qu'à toute cubique gauche correspond un mouvement hélicoïdal, tel que les deux systèmes coïncident, et de même qu'à tout mouvement hélicoïdal correspondent des cubiques pour lesquelles la coïncidence a lieu. On justifie ces prévisions de la manière suivante.

(*) *Géométrie de position*, p. 479.

» Soit en premier lieu la cubique définie par les équations

$$(1)\qquad \begin{cases} x = \dfrac{A}{\lambda - a} + \dfrac{B}{\lambda - b} + \dfrac{C}{\lambda - c}, \\ y = \dfrac{A'}{\lambda - a} + \dfrac{B'}{\lambda - b} + \dfrac{C'}{\lambda - c}, \\ z = \dfrac{A''}{\lambda - a} + \dfrac{B''}{\lambda - b} + \dfrac{C''}{\lambda - c}. \end{cases}$$

Le plan P′ relatif au point λ de cette cubique est le plan osculateur en ce point :

$$(2)\qquad \begin{cases} [(B'A'' + A'B'')(a - b)(\lambda - c)^3 \\ \quad + (C'B'' - B'C'')(b - c)(\lambda - a)^3 \\ \quad + (A'C'' - C'A'')(c - a)(\lambda - b)^3](X - x) + \ldots = 0. \end{cases}$$

Le mouvement hélicoïdal d'un solide à un instant donné est caractérisé par la vitesse d'un de ses points, la direction de l'axe de rotation et la vitesse angulaire de rotation. Représentons par v_x, v_y, v_z les projections sur les axes de la vitesse V de l'origine, et par p, q, r les composantes suivant les mêmes axes de la vitesse angulaire ω; l'équation du plan P correspondant à un point quelconque (xyz) sera

$$(3)\qquad \begin{cases} (v_x + qz - ry)(X - x) + (v_y + rx - pz)(Y - y) \\ \qquad\qquad + (v_z + py - qx)(Z - z) = 0. \end{cases}$$

Prenons pour point xyz un point de la cubique, l'identification des équations (2) et (3) donne

$$(4)\qquad \begin{cases} v_x = (B'A'' - A'B'')(a - b) + (C'B'' - B'C'')(b - c) + (A'C'' - C'A'')(c - a), \\ v_y = (B''A - A''B)(a - b) + (C''B - B''C)(b - c) + (A''C - C''A)(c - a), \\ v_z = (B\,A' - A\,B')(a - b) + (C\,B' - B\,C')(b - c) + (A\,C' - C\,A')(c - a), \\ \qquad p = A\,(b - c)^2 + B\,(c - a)^2 + C\,(a - b)^2, \\ \qquad q = A'(b - c)^2 + B'(c - a)^2 + C'(a - b)^2, \\ \qquad r = A''(b - c)^2 + B''(c - a)^2 + C''(a - b)^2. \end{cases}$$

» Ces relations définissent un mouvement hélicoïdal, tel que les systèmes (pP), $(p'P')$ coïncident pour tous les points de la cubique, et par conséquent pour tous les points de l'espace.

» Cherchons maintenant les diverses cubiques qui correspondent à un mouvement hélicoïdal donné. Pour simplifier les calculs, nous prendrons pour axe des z l'axe du mouvement hélicoïdal. Soient V la vitesse de translation et Ω la vitesse de rotation.

» Considérons une courbe quelconque C et la tangente MT au point M de cette courbe; la condition

$$(5) \qquad \frac{V}{\Omega} dz = y\,dx - x\,dy,$$

qui exprime que la vitesse du point M est perpendiculaire à la tangente MT, exprime en même temps que la direction de cette vitesse coïncide avec la normale au plan osculateur en M. Il faut donc déterminer les cubiques qui vérifient la condition (5).

» Soient

$$(6) \quad x = \frac{A}{\lambda - a} + \frac{B}{\lambda - b} + \frac{C}{\lambda - c} + x_0; \quad y = \frac{A'}{\lambda - a} + \frac{B'}{\lambda - b} + \frac{C'}{\lambda - c} + y_0$$

les équations de la projection de l'une des cubiques sur le plan des xy.

» En substituant ces valeurs dans la relation (5), on a, pour déterminer z, l'équation

$$\frac{V}{\Omega}\frac{dz}{d\lambda} = y_0 \frac{dx}{d\lambda} - x_0 \frac{dy}{d\lambda} + \frac{BA' - AB'}{(\lambda - a)^2 (\lambda - b)^2}(a - b)$$
$$+ \frac{CB' - BC'}{(\lambda - b)^2 (\lambda - c)^2}(b - c) + \frac{AC' - CA'}{(\lambda - c)^2 (\lambda - a)^2}(c - a).$$

» Les fractions rationnelles étant décomposées en fractions simples, on pourra intégrer; mais, comme z doit être fonction rationnelle de λ, il faut que, après cette décomposition, les coefficients de $\frac{1}{\lambda - a}$, $\frac{1}{\lambda - b}$, $\frac{1}{\lambda - c}$ soient nuls, ce qui donne

$$(7) \qquad \frac{AB' - BA'}{(a - b)^2} = \frac{BC' - CB'}{(b - c)^2} = \frac{CA' - AC'}{(c - a)^2} = \rho,$$

équations qui expriment que la projection de la cubique sur le plan des xy a ses points d'inflexion à l'infini. Ces conditions étant supposées remplies, on a, en appelant ρ la valeur commune des rapports (7),

$$\frac{V}{\Omega}(z - z_0) = xy_0 - yx_0 - \rho\left(\frac{b - c}{\lambda - a} + \frac{c - a}{\lambda - b} + \frac{a - b}{\lambda - c}\right).$$

» On a ainsi toutes les cubiques correspondant au mouvement hélicoïdal donné. »

PHYSIOLOGIE. — *Des conditions physiologiques qui influent sur les caractères de l'excitation unipolaire des nerfs, pendant et après le passage du courant de pile;* par M. A. Chauveau.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« J'ai comparé, dans quatre cas particuliers, sur la Grenouille prise en saison d'été, les contractions de fermeture et d'ouverture produites par l'excitation unipolaire pratiquée médiatement avec des électrodes impolarisables : premier cas, système nerveux absolument intact; deuxième cas, moelle épinière séparée de l'encéphale; troisième cas, moelle détruite; quatrième cas, nerf coupé au-dessus du point d'application de l'électrode. Mes études sur les Mammifères se sont bornées, jusqu'à présent, à l'excitation médiate du facial dans le cas d'intégrité absolue du système nerveux. Voici les conclusions de ces nouvelles recherches :

» 1° Quatre types de contractions peuvent se manifester pendant le passage du courant : 1° *type initial,* où l'effet du courant n'est marqué que par une contraction plus ou moins instantanée, coïncidant avec le moment même de la fermeture du circuit; 2° *type instantané continu,* dans lequel une contraction initiale, plus ou moins semblable à celle du premier type, est suivie, tôt ou tard, d'une tétanisation généralement irrégulière et imparfaite; 3° *type continu décroissant,* où la tétanisation, obtenue d'emblée, décroît ensuite, tantôt avec lenteur, tantôt avec une certaine brusquerie; 4° *type continu permanent,* avec tétanos franc se prolongeant pendant toute la durée du passage.

» 2° Quand le système nerveux n'a pas subi de mutilation et ne présente pas encore trace de la fatigue due aux excitations, généralement les contractions positives produites par le passage du courant affectent le type initial, avec les excitations faibles, et le type continu plus ou moins permanent, avec les excitations très-fortes. Les courants moyens provoquent des contractions qui appartiennent aux types intermédiaires. C'est avec ces derniers courants que le pôle négatif paraît avoir la plus grande aptitude à provoquer la tétanisation.

» 3° Dans ces mêmes conditions physiologiques types, la contraction d'ouverture présente une tendance marquée à paraître tardivement.

» 4° Un caractère fort remarquable distingue les tracés pris dans ces conditions pleinement physiologiques, pendant la période d'interruption du courant. Ces tracés montrent que le muscle tend à conserver alors une

partie plus ou moins notable du raccourcissement qui lui a été imprimé par le passage du courant. Cette tendance est déjà indiquée dans le tracé des contractions produites par les excitations très-faibles, positives ou négatives; mais elle se manifeste surtout quand les fortes excitations positives déterminent la tétanisation.

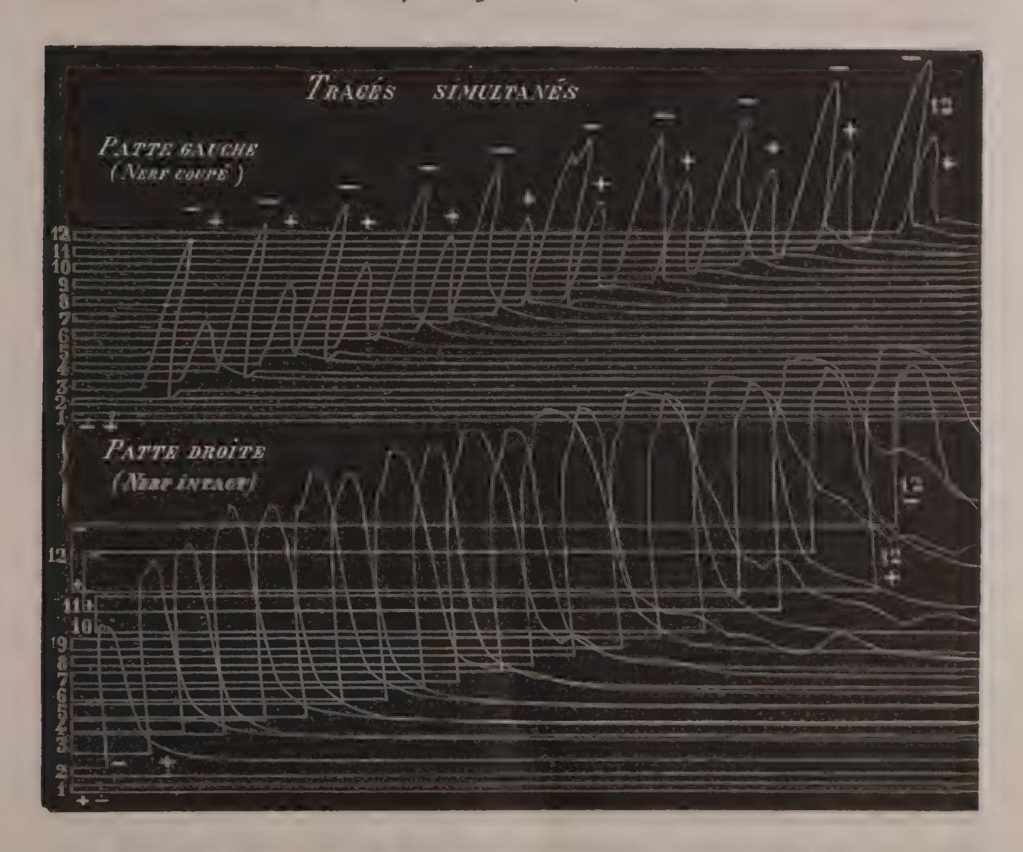
» 5° Quand la moelle vient d'être séparée de l'encéphale, les phénomènes de l'excitation unipolaire ressemblent à ceux du cas précédent, sauf en un point : on voit disparaître presque complétement la persistance du raccourcissement musculaire pendant la période où le courant est ouvert. Dans les tracés, la chute de la courbe de la contraction, après l'ouverture, est plus rapide, quelquefois tout à fait brusque. Cette chute ramène la courbe si près de l'axe des abscisses (celui-ci répondant au zéro du raccourcissement), qu'elle se confond presque avec lui, tandis que, dans le premier cas, elle est encore placée au-dessus, au moment où la révolution de l'appareil enregistreur amène une nouvelle excitation. La comparaison des deux tracés de la figure ci-jointe fait nettement ressortir cette importante différence.

» 6° Si la moelle est coupée depuis un certain temps et le nerf déjà fatigué, la contraction de fermeture prend le caractère franchement initial plus ou moins instantané, même avec les fortes excitations positives. En dehors du début de la fermeture et de l'ouverture, la courbe des contractions est donc une droite se confondant avec l'axe des abscisses, droite sur laquelle la contraction de la fermeture et celle de l'ouverture, si elle existe, apparaissent sous forme de saillies plus ou moins accentuées.

» 7° Ce dernier caractère se manifeste presque d'emblée quand la moelle vient d'être détruite; mais, sur certains sujets, on peut encore observer dans ce cas, au début, pendant une période très-courte, il est vrai, la tétanisation produite avec les courants forts par l'application du pôle positif. A ce moment, l'accroissement de grandeur et de durée des contractions positives s'observe quand le courant augmente, presque aussi nettement qu'à l'état normal. Plus tard, l'augmentation du courant devient impuissante à modifier sensiblement les contractions. Positives ou négatives, fortes ou faibles, celles-ci présentent toutes les mêmes caractères de grandeur et de durée, sauf les toutes premières, où la supériorité de l'excitation négative est franchement conservée.

» 8° La section simple du nerf exerce une action perturbatrice non moins marquée et de même sens que celle de l'écrasement de la moelle

épinière; mais les deux actions diffèrent en ce que la première, si la section du nerf a été faite avant toute application préalable de courants, donne d'abord lieu passagèrement à une remarquable inversion dans l'activité des pôles : c'est avec l'excitation négative seule qu'on obtient alors la contraction d'ouverture, et ce phénomène coïncide avec la conservation permanente de la supériorité de cette excitation négative au moment de la fermeture. (Voir le tracé de la patte gauche.)



» 9° Chez les Mammifères, la tétanisation est bien plus facilement et plus complétement provoquée que sur la Grenouille. On l'obtient, en effet, fort belle par l'excitation négative au moyen de courants faibles, même avec deux petits couples Daniell seulement, si l'on emploie des electrodes peu résistantes. Des courants un peu plus forts produisent cette tétanisation à peu près également dans le cas d'excitation négative ou positive. Enfin un accroissement suffisant du courant, en faisant disparaître presque absolument la tétanisation avec l'excitation négative, donne à celle qu'en-

gendre l'excitation positive un caractère de solidité permanente tout à fait remarquable. La tendance à la persistance du raccourcissement musculaire, après le passage du courant, existe aussi chez les Mammifères, mais beaucoup moins accentuée que chez la Grenouille. »

ZOOLOGIE. — *Sur un Amphipode* (Urothoe marinus) *commensal de l'*Echinocardium cordatum; par M. A. **Giard.**

« La plage de sable qui s'étend entre Wimereux et Ambleteuse présente, en abondance, l'*Echinocardium cordatum*, désigné par les pêcheurs sous le nom d'*œuf de grisard*. Le Dr Robertson nous a donné quelques détails sur le genre de vie de ce Spatangue (1); mais ces renseignements sont incomplets et même parfois inexacts. L'Oursin vit dans le sable à une profondeur de 15 à 20 centimètres; il est en communication avec la surface du sol par deux conduits de l'épaisseur d'une plume, dont l'un aboutit au point central de l'étoile ambulacraire, et l'autre à l'ouverture anale. Ce deuxième conduit n'a pas été signalé par le Dr Robertson, qui croit que le sable introduit dans la cavité digestive de l'animal doit être dégorgé par la bouche après avoir servi à la nutrition, grâce aux matières organisées qu'il renferme. L'ouverture du tube anal est parfaitement circulaire; celle du tube apical est irrégulièrement trilobée. L'eau pénètre par ce dernier tube qui renferme les longs filaments contractiles (*locomotive feet, ringer wormlike suckers*) dont le mouvement entraîne les particules alimentaires vers la bouche, par le sillon antérieur. Une partie de l'eau entre par la plaque madréporique dans la cavité générale et le système aquifère. Le conduit anal sert à la sortie du sable qui a traversé le tube digestif. Ce conduit est parcouru par un courant d'eau dont l'existence est difficile à expliquer, puisqu'il n'existe dans le voisinage de l'anus aucune ouverture appartenant soit à la cavité du corps, soit au système aquifère. L'eau rejetée par le tube anal provient donc de l'appareil digestif. L'intestin, gonflé de sable et d'une minceur extrême, renferme des fibres musculaires assez puissantes à la partie antérieure, mais qui vont en diminuant graduellement vers la partie postérieure; je crois que l'expulsion du sable ne peut être attribuée uniquement à ces fibres et qu'un rôle important appartient à l'organe découvert par Hoffmann et nommé par lui *organe contourné* (*gewundenes Organ*). Cet organe agit comme un canal de dérivation :

(1) Voir *Quarterly J. microscop. Science*, t. XI, p. 25.

il reçoit l'eau contenue dans le sable de l'intestin antérieur; puis, grâce au jeu de la membrane buccale et à la contraction des muscles de la première partie du tube digestif, il porte cette eau dans la portion terminale de l'appareil, où elle vient chasser devant elle et entraîner au dehors les matières amassées dans l'intestin postérieur. Ainsi s'expliqueraient le courant anal et la lente réjection du sable absorbé; on comprend aussi pourquoi il ne se produit pas de tortillon, comme chez l'Arénicole.

» La cavité dans laquelle est logée l'*Echinocardium* est tapissée par une sécrétion glutineuse qu'avait parfaitement remarquée le Dr Robertson. En dégageant l'Oursin avec précaution, on trouve presque constamment, dans la gangue sablonneuse cimentée par ce mucus, trois ou quatre petits Crustacés dont l'aspect extérieur fait songer immédiatement aux *Hyperia*, les commensaux ordinaires du *Rhizostoma Cuvieri*. Un examen plus attentif me conduisit bientôt à reconnaître que ces Crustacés appartiennent au genre *Urothoe* Dana, et même très-probablement à l'espèce britannique décrite par Spence-Bate sous le nom d'*U. marinus;* les divergences portent sur des caractères tout à fait secondaires et peuvent être attribuées à une observation moins complète que les miennes. Je dois cependant signaler une particularité importante qui a échappé aux savants auteurs de l'*History of British sessile-eyet Crustacea* : c'est que l'*U. marinus* présente un dimorphisme sexuel très-accentué. Le caractère le plus saillant du sexe mâle est la longueur des antennes inférieures, qui dépassent de beaucoup les supérieures. On sait que c'est principalement un caractère de même nature qui distingue les *Hyperia* mâles (*Lestrigonus*) de leurs femelles. Cette particularité, jointe à plusieurs autres analogies tirées de l'étude anatomique, vient appuyer la prévision de Westwood, qui, d'après les recherches de Spence-Bate sur le développement de certains *Hyperina,* inclinait à penser que l'on pourrait peut-être établir une connexion plus intime entre ces animaux et la sous-famille des *Phoxides*, à laquelle appartiennent les *Urothoe.*

» Parmi les espèces du genre *Urothoe* figurées par Spence-Bate, les unes présentent des antennes inférieures assez courtes; chez les autres, au contraire, les mêmes organes ont une longueur considérable. Pour la plupart de ces espèces, les descriptions ont été faites d'après un très-petit nombre d'exemplaires; il est donc permis de présumer que les différences dont nous venons de parler sont de simples caractères sexuels, et qu'un sexe seulement a été décrit pour chacun des types connus. Si l'on admet cette opinion, *Urothoe Bairdii* et *Urothoe elegans* doivent être considérés comme représentant des individus mâles; *Urothoe brevicornis* et *Urothoe marinus*

sont, au contraire, figurés d'après le sexe femelle. Le fait est certain, au moins pour l'*U. marinus*. Il n'est pas sans intérêt d'ajouter que, parmi les exemplaires d'*U. marinus* envoyés aux auteurs des *Crustacés d'Angleterre*, quelques-uns venaient de Cumbræ, où ils avaient été recueillis par le Dr Robertson, l'habile zoologiste qui, comme nous l'avons dit, a fait des recherches sur les mœurs de l'*Echinocardium* dans cette même localité. D'autres avaient été trouvés à Macduff, dans l'estomac d'une Merluche. Or A. Agassiz nous apprend que les grands poissons du genre *Gadus* sont de forts mangeurs d'Oursins. Ces anciennes observations viennent ainsi vérifier, d'une façon indirecte, la constatation faite par nous du commensalisme de l'*Urothoe*. »

M. Weichold, professeur à Zittau, envoie une solution du cas irréductible des équations du troisième degré, ramenée à la détermination du plus grand commun diviseur entre deux quantités compliquées d'imaginaires, ou entre une de celles-ci et une quantité réelle.

(Commissaires : MM. Hermite, Puiseux, Bouquet.)

M. G. Colin soumet au jugement de l'Académie un Mémoire sur les variations de température des parties superficielles du corps.

(Commissaires : MM. Milne Edwards, Bouley.)

M. L. Paget adresse, par l'entremise de M. Le Verrier, un Mémoire portant pour titre : « Interpolation, binôme de Newton, lois de Kepler ».

(Commissaires : MM. Le Verrier, de Tessan, Jurien de la Gravière.)

M. Ch. Brame soumet au jugement de l'Académie un Mémoire sur les influences perturbatrices des masses voisines, pour changer la forme et la disposition des cristaux.

(Commissaires : MM. Pasteur, Daubrée, Des Cloizeaux.)

M. B. Constant adresse une Note relative à une modification des pompes Giffard.

(Renvoi à l'examen de M. Tresca.)

M. Déclat adresse une Note relative à l'emploi du salicylate de fer, pour remplacer le perchlorure de fer en médecine et en chirurgie.

(Renvoi à l'examen de M. Bouillaud.)

M. J. **Barré** adresse une Note relative à la métallurgie du cuivre.

(Renvoi à l'examen de M. Daubrée.)

M. L. **Hugo** adresse une Note relative à la géométrie des vases chinois et japonais.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **Fua** adresse une Note relative à ses précédents Mémoires sur un procédé destiné à prévenir les explosions de grisou.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. L.-J. **Ganne** adresse un Mémoire sur la distribution et la marche de l'électricité dans les aimants artificiels.

(Commissaires : MM. Edm. Becquerel, Jamin, du Moncel.)

M. J. **Vignancour** adresse une Note relative aux mesures qui pourraient être prises par l'État pour conjurer la propagation du Phylloxera.

Suivant l'auteur, le moyen consisterait dans la promulgation d'une loi d'après laquelle l'État, prenant l'initiative de la destruction du Phylloxera, subviendrait aux dépenses de traitement des vignes phylloxérées, au moyen d'un crédit spécial, crédit qui devrait être couvert par un impôt provisoire sur tous les terrains plantés en vignes.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

MM. A. **Jouvin**, J. **Damagnez** adressent diverses Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de la Guerre** informe l'Académie que MM. *Faye* et *Chasles* sont désignés pour faire partie du Conseil de perfectionnement de l'École Polytechnique, au titre de l'Académie des Sciences.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le « Compte rendu des travaux du laboratoire de M. *Marey*, pendant l'année 1875 »;

2° L'« Annuaire météorologique et agricole de l'Observatoire de Montsouris, pour l'an 1876 ».

MM. **G. Darboux**, **E. Mascart**, **Manuel**, **P. Rigaud**, **Perrotin**, **Bescherelle**, **Bergeron** et **L'Hote**, **Martin Saint-Ange**, **E. Hardy**, **Magitot**, **A. Herrgott**, **A. Chauveau**, **A. Borius** adressent des remercîments à l'Académie pour les distinctions qui leur ont été accordées dans la dernière séance publique.

M. **A. Roullier** informe l'Académie qu'il est l'auteur du Mémoire portant pour épigraphe « *Nil humani alienum puto* », auquel une mention a été décernée dans le Concours de Statistique.

ASTRONOMIE. — *Éléments elliptiques de la planète* (157) *Déjanire, et éphéméride calculée;* par **M. F. Stephan.**

« Les éléments ont été calculés au moyen des observations des 1, 14 et 26 décembre 1875, faites à Marseille.

T = 1875, décembre 26,448.03. (Temps moyen de Greenwich).

$$\left.\begin{array}{ll} M_0 & = 339^\circ.50'.18'',3 \\ \varpi & = 109.12.26,3 \\ \Omega & = 62.24.52,7 \\ i & = 11.49.47,2 \\ \varphi & = 12.42.10,3 \\ \log a & = 0,412570 \\ \mu & = 853'',392 \end{array}\right.$$

(ϖ, Ω, i : Équinoxe moyen de 1875,0.)

Éphéméride (*positions rapportées à l'équinoxe vrai de la date*). — o heure, temps moyen de Greenwich.

	Asc. droite.	Distance polaire.	log Δ.
	h m s	° ′	
1875. Janv. 1........	3.53.36	63.40,4	0,0819
2........	3.53. 9	63.36,3	
3........	3.52.45	63.32,1	0,0863
4........	3.52.24	63.28,0	
5........	3.52. 5	62.24,0	0,0910
6........	3.51.43	63.19,7	
7........	3.51.34	63.15,6	0,0958
8........	3.51.22	63.11,5	
9........	3.51.13	63. 7,3	0,0108

» L'approche de la Lune rend inutile un développement plus étendu

de l'éphéméride; en outre, cette planète étant déjà très-faible (14e-15e grandeur) et diminuant d'éclat avec rapidité, il est extrêmement probable qu'elle ne sera plus observable dans le cours de la prochaine lunaison.

Observations de la planète (157) Déjanire, faites à Marseille.

Dates. 1875.	Heure de l'obs. Temps moyen de Marseille.	Ascension droite apparente.	log. f. p.	Distance polaire apparente.	log. f. p.	Étoiles de comp.	Observr.
	h m s	h m s		° ′ ″			
Déc. 26..	11.16.30	3.56.47,00	$+\bar{1},309$	64. 3.25,7	−0,4628	*a*	Stephan.
27..	8.42.47	3.56.11,60	$-\bar{1},020$	63.59.49,2	−0,4304	*b*	Borrelly.
28..	7.52.17	3.55.35,30	$-\bar{1},294$	63.55.46,8	−0,4573	*b*	»

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1875,0.

	Ascension droite.	Distance polaire.	Autorités.
	h m s	° ′ ″	
7547-7548 Lalande...	3.58.29,69	64. 7.46,6	Cat. Lal. et comp. avec 1196 W.
1196 W. H. III (N. C.).	3.57.11,58	64. 8.44,1	Cat. W.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Recherches sur la loi de transmission par l'atmosphère terrestre des radiations calorifiques du Soleil.* Note de M. A. Crova, présentée par M. Balard.

« Dans une Communication précédente (1), j'ai donné un aperçu de la méthode d'observation que j'emploie pour mesurer l'effet calorifique des radiations solaires. Il est facile d'en déduire les coefficients de transmission et une appréciation approximative de la constante solaire.

» Je trace les courbes horaires des calories reçues par minute et par centimètre carré; elles ne sont pas, en général, symétriques par rapport à l'ordonnée qui passe par le midi vrai; mais, plus ou moins tourmentées dans la matinée, elles prennent une allure plus régulière dans l'après-midi; ces variations dépendent essentiellement de l'état hygrométrique. En général, leur tangente au midi vrai s'incline vers l'après-midi, et les courbes présentent une chute plus rapide de ce côté.

» Leur examen permet de choisir les séries les plus régulières, et de tracer les courbes des calories en fonction des épaisseurs atmosphériques.

» Pouillet a fait usage dans ce but de la formule de Lambert, qui donne le trajet géométrique des rayons et non la masse d'air traversée. L'emploi de cette formule l'a conduit à la loi logarithmique qui, comme l'a fait re-

(1) *Comptes rendus*, t. LXXXI, p. 1205.

marquer M. Forbes (1), est le résultat d'une compensation fortuite, due à ce que les épaisseurs ainsi calculées sont trop faibles pour des valeurs un peu considérables de la distance zénithale. M. Forbes a fait usage de la loi des sécantes, suffisante pour des distances zénithales inférieures à 70 degrés. J'ai préféré me servir de la formule de Bouguer (2) et de celle que l'on déduit de la formule de Laplace (3), qui, quoique obtenues par des méthodes très-différentes, conduisent à des résultats identiques, quelle que soit la distance zénithale.

» En menant les tangentes aux courbes ainsi tracées, on pourra mesurer les sous-tangentes et en déduire les coefficients de transmission.

» En effet, quelle que soit la loi cherchée, à une variation infiniment petite de l'épaisseur correspondra une variation infiniment petite de la chaleur reçue, qui obéira à la loi logarithmique de Pouillet; car la composition du faisceau incident et l'état atmosphérique n'auront subi, entre ces limites, que des changements négligeables. Les courbes tracées se composeront donc d'une infinité d'arcs de logarithmiques, dont les coefficients varient d'une manière continue et dont elle est l'enveloppe.

» Or les sous-tangentes, au lieu d'être constantes, comme l'exigerait l'hypothèse d'un coefficient constant de transmission, vont en croissant avec les épaisseurs atmosphériques, et j'ai constaté que, dans les séries les plus remarquables par leur netteté, les distances des pieds des sous-tangentes consécutives, correspondant à des épaisseurs croissant en progression arithmétique, sont constantes.

» Il est facile de déduire de cette particularité la nature de la courbe.

» Soient x l'épaisseur atmosphérique, y la chaleur reçue, et s la sous-tangente. On a $s = c + mx$. L'équation différentielle de la courbe cherchée sera donc

$$\frac{y}{\frac{dy}{dx}} = -(c + mx),$$

et, en intégrant,

$$y^m = \frac{A}{c + mx}.$$

Les constantes c et m sont données par les positions des pieds des sous-

---

(1) *Philosophical Transactions;* 1842, Part II, p. 225.

(2) *Traité d'Optique sur la gradation de la lumière.* Paris, 1760, p. 323-333.

(3) LAPLACE, *Mécanique céleste*, t. IV, p. 316. Notes de Bowditch dans sa traduction de la *Mécanique céleste.*

tangentes; A se déduit des valeurs de y, en prenant la moyenne des valeurs très-sensiblement concordantes de $y^m(c+mx)$.

» L'équation ci-dessus peut comprendre, comme cas particulier, la logarithmique de Pouillet, si, dans l'équation différentielle de la courbe, on a $m=0$. Les courbes ont pour asymptote l'axe des x; par conséquent la chaleur transmise devient nulle pour une épaisseur infinie.

» La constante solaire est

$$\sqrt[m]{\frac{A}{c}}.$$

» Soit T le coefficient de transmission correspondant à une épaisseur x; nous aurons

$$L.T = \frac{1}{s} = \frac{1}{c+mx}, \quad T = e^{\frac{1}{c+mx}},$$

équation d'une logarithmique qui a pour asymptote une droite menée parallèlement à l'axe des x, à une distance égale à l'unité, et dont l'ordonnée à l'origine est $e^{\frac{1}{c}}$.

» Le coefficient de transmission varie donc, entre une valeur minima $e^{\frac{1}{c}}$, qui représente la transmissibilité des rayons à travers une épaisseur atmosphérique, alors qu'ils n'ont encore subi aucun affaiblissement par une transmission antérieure, et un maximum égal à l'unité, qui correspond au cas où, les rayons ayant traversé une épaisseur d'air infiniment grande, leur intensité tend vers zéro, et où leur transmission a lieu sans perte. Mais c'est là un cas limite qui n'est jamais réalisé, tandis que les formules de Forbes conduisent à une transmission intégrale pour une quantité de chaleur bien supérieure à zéro.

» L'inégale transmissibilité des radiations calorifiques du Soleil, à travers une épaisseur constante d'eau, a, du reste, été constatée et mesurée aux diverses heures de la journée par M. Desains (1).

» Mes séries d'observations vérifient les formules précédentes avec une grande exactitude. Je me bornerai à citer deux exemples. Dans les formules suivantes, pour la commodité des calculs, y représente des dixièmes de calories reçues, par minute, sur 1 centimètre carré.

» 8 *janvier* 1875. — Montpellier, près du Jardin des Plantes,

$$y^{0,85} = \frac{41,5}{3,4+0,85x}. \quad \text{Constante solaire} = 18,98 = 1^{\text{cal}},898.$$

(1) *Comptes rendus*, t. LXIX, p. 1133, et t. LXXVIII, p. 1455.

» Coefficients de transmission après que les rayons ont traversé un nombre d'épaisseur atmosphérique égal à

0	1	2	3	4	5	6
0,74	0,79	0,82	0,84	0,86	0,87	0,89

» *5 octobre* 1875. — Palavas, au bord de la mer,

$$y^{2,1} = \frac{80{,}5}{1{,}3 - 2{,}1x}. \quad \text{Constante solaire} = 21{,}33 = 2^{\text{cal}}{,}133$$

» *Série de Pouillet*, du 4 mai 1838,

$$y^{0,2} = \frac{6{,}03}{3{,}4 + 0{,}2x}. \quad \text{Constante solaire} = 17{,}33 = 1^{\text{cal}}{,}733.$$

» Des recherches qui précèdent je crois pouvoir conclure :

» 1° Que la loi de l'intensité de la chaleur solaire, en fonction de l'épaisseur atmosphérique, est représentée par la formule hyperbolique $y^m(c + mx) = \text{const.}$;

» Que la chaleur reçue normalement aux limites de l'atmosphère doit peu différer de 2 calories par minute et par centimètre carré;

» Que le coefficient de transmission croît avec l'épaisseur atmosphérique, depuis une valeur initiale qui, dans mes séries, est descendue quelquefois à 0,45, et tend vers l'unité, quand l'épaisseur déjà trouvée tend vers l'infini. »

PHYSIQUE. — *Sur les phénomènes d'induction.* Note de M. **Mouton**, présentée par M. Desains.

« Les études expérimentales et les théories que l'on a faites sur les phénomènes d'induction ont porté généralement sur un fil induit fermé en circuit; l'électricité mise en mouvement se transportait d'une extrémité à l'autre, soit par le fil d'un galvanomètre ou d'une spirale magnétisante, soit à travers l'air, sous la forme complexe de l'étincelle.

» On peut se demander dans quel état électrique relatif le phénomène de l'induction porte les deux extrémités du fil induit d'une bobine, lorsque l'on n'établit entre elles aucune communication métallique et qu'on les maintient à une distance trop grande pour que l'étincelle puisse la franchir.

» Je me suis servi, dans ce but, d'un grand électromètre à cadran de Thomson; l'aiguille était maintenue chargée par sa communication avec l'un des pôles d'une pile ouverte et les deux couples de cadrans se trou-

vaient, en temps convenable, reliés aux extrémités du fil induit par l'intermédiaire d'un condensateur à lame d'air. Si, se bornant au cas de la rupture du courant inducteur, on imagine un système de commutateur mettant, en même temps qu'il produit cette rupture, les extrémités du fil induit en communication avec les cadrans de l'électromètre, voici ce que l'on observe.

» Si la durée de cette communication, commençant avec l'interruption, dépasse un temps que je n'ai pas cherché à apprécier rigoureusement, mais qui est bien inférieur à $\frac{1}{1000}$ de seconde, le condensateur ne se charge pas et l'aiguille de l'électromètre reste immobile.

» Si, comme je l'ai fait, on ramène la durée de cette communication à une valeur bien moindre que $\frac{1}{20000}$ de seconde, on constate des charges absolument différentes, selon l'instant où s'est produit ce rapide contact, et l'on peut ainsi étudier, de moins de $\frac{1}{20000}$ en $\frac{1}{20000}$ de seconde, la différence de potentiel que présentent les extrémités du fil induit.

» Voici quelle est alors la succession des phénomènes que j'ai observés :

» Prenons les temps pour abscisses, l'origine étant à la rupture métallique du courant inducteur, et les différences de potentiel ou, ce qui revient au même, les déviations de l'aiguille comme ordonnées.

» Au temps zéro, la différence de potentiel est nulle, puis elle croît régulièrement, et atteint vers $\frac{1}{10000}$ de seconde un maximum que l'on peut maintenir remarquablement fixe; elle décroît ensuite régulièrement et redevient nulle; mais le phénomène ne s'arrête pas là. Si l'on continue l'exploration, la différence de potentiel change de signe, l'extrémité positive est devenue négative et réciproquement; un nouveau maximum en sens inverse se trouve atteint, puis retour au zéro, puis nouveau changement de signe, etc. J'ai compté ainsi jusqu'à 30 oscillations. Les premières m'ont toujours paru plus longues, en même temps que plus intenses; elles paraissent tendre rapidement vers l'isochronisme. Je demande néanmoins à faire une réserve sur cette question de la durée des oscillations, qu'un commutateur spécial me permettra bientôt, je l'espère, de fixer.

» Pour ce qui est des intensités, les résultats sont très-nets. Je vais en donner un exemple.

» Le courant inducteur étant fourni par un seul élément Daniell à eau et à sulfate de cuivre, la bobine inductrice ne présentant qu'une épaisseur de fil et la bobine induite 10 000 tours d'un fil de $\frac{1}{3}$ de millimètre de diamètre, le premier et le second maximum ont atteint une différence de potentiel égale à 80 éléments Daniell, se traduisant par une

déviation de 350 divisions de l'aiguille de l'électromètre, que j'ai dû rendre à dessein fort peu sensible. Le vingtième maximum atteint encore 160 divisions.

» Le phénomène oscillatoire a été signalé pour la première fois par M. Blaserna; il a été mesuré avec plus de soin, mais toujours seulement au point de vue de sa durée, par M. Bernstein, ces deux physiciens lançant pendant un temps très-court le courant induit dans un galvanomètre.

» J'étudie le phénomène dans son ensemble, à un point de vue purement statique, sans le troubler, et j'obtiens une fixité et une intensité d'effets qui me permettent de tracer, point par point, la courbe qui le représente. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Recherches sur le rôle des acides dans la teinture avec l'alizarine et ses congénères;* par M. A. ROSENSTIEHL.

« J'ai montré, dans une précédente Note, que l'on obtient en teinture les meilleurs résultats avec l'alizarine et la purpurine, en mettant dans le bain équivalents égaux de ces matières et de chaux à l'état de bicarbonate soluble. En continuant mes recherches sur ce sujet, j'ai observé différents faits qui se rapportent aux fonctions chimiques de ces matières tinctoriales.

» 1. Quand on monte un bain de teinture avec de l'eau contenant du bicarbonate de calcium, il se produit, dès que la température s'élève, une action chimique entre ce sel et la matière colorante, dont le résultat est la formation d'une laque calcaire insoluble, qui ne concourt plus à la teinture. Des essais comparatifs m'ont fait voir que la perte est, dans les meilleures conditions, de $\frac{1}{6}$ de la matière colorante.

» Dans le travail précité, j'ai dit que l'acide carbonique décompose rapidement la laque calcaire d'alizarine, qu'il agit plus lentement sur celle de la purpurine, mais que, par sa présence, il retarde de beaucoup la formation de cette dernière laque. Il résulte de cette observation que l'on doit éviter les pertes si l'on fait passer dans le bain un courant continu d'acide carbonique. C'est ce que l'expérience a confirmé : en présence de l'acide carbonique, la formation des laques calcaires est entravée, le bain s'épuise totalement et les couleurs que l'on obtient sont notablement plus intenses.

» 2. Après avoir constaté l'heureux effet de l'acide carbonique par des essais en petit, j'ai tenu à les répéter en opérant sur des quantités 100 à 200 fois plus grandes, pour me rapprocher des conditions du travail

industriel. Au lieu de teindre 4 décimètres carrés d'étoffe dans $\frac{1}{2}$ litre d'eau, j'ai teint des coupes de 25 mètres dans 50 litres d'eau. Le résultat de ces expériences a été bien différent de ce que j'avais obtenu précédemment; c'est-à-dire que je n'ai constaté d'effet utile par l'emploi de l'acide carbonique que dans le cas où la quantité de carbonate de calcium est notablement trop forte, et j'ai dû conclure qu'en opérant en grand on ne s'expose pas aux mêmes pertes qu'en travaillant en petit, quoique dans les deux cas on ait teint avec les mêmes matières, employées dans les mêmes proportions et dans des conditions de température identiques.

» La cause de cette remarquable divergence réside dans la masse de l'acide carbonique naturellement dissous dans l'eau : c'est lui qui fait obstacle à la formation des laques calcaires; or il s'est bientôt dégagé du petit volume d'eau qui sert à l'essai de laboratoire, tandis qu'il met un temps plus long à se dégager d'une grande masse d'eau ; la teinture peut s'achever, le bain peut s'épuiser avant que tout le gaz se soit diffusé à l'air.

» Ce qui précède explique un fait bien connu des praticiens, mais dont la cause était ignorée : il est impossible de faire plusieurs teintures successives dans le même bain, même si on le remonte avec de la craie et de la matière colorante; l'acide carbonique s'est en partie dégagé pendant la première opération, et ce qui en reste ne suffit pas pour une nouvelle. Il revient donc un rôle important à ce gaz, naturellement dissous dans les eaux.

» 3. Rendu attentif à l'influence qu'un acide peut exercer sur la teinture, j'ai fait quelques essais avec divers sels de calcium, et j'ai constaté que l'acétate de ce métal et l'acide acétique remplacent avec avantage le carbonate et l'acide carbonique. Pendant l'opération, le tissu mordancé s'empare à la fois de l'oxyde de calcium et de la matière colorante; l'acide acétique est mis en liberté, il s'évapore avec l'eau, ou s'accumule dans le bain sans nuire en rien à la saturation des mordants, laquelle s'accomplit ainsi dans un milieu franchement acide. J'ai expérimenté l'action de ce sel sur les diverses matières colorantes de la garance, sur les extraits et sur les alizarines artificielles, et j'ai constaté qu'aucune d'entre elles n'est précipitée par lui, si l'on ne dépasse pas la proportion de 2 équivalents d'acétate pour 1 de matière colorante, et si l'on a soin d'acidifier le bain dès le début (1).

» Les couleurs sortent de ces bains parfaitement saturées ; les bains eux-

(1) De nombreux échantillons, réunis sous forme de tableaux, sont joints au manuscrit; ils montrent l'effet de l'eau distillée, de l'eau calcaire, de l'acide carbonique, de l'acide acétique, sur les différentes matières colorantes.

mêmes s'épuisent, et sont, après la teinture, plus limpides que si l'on s'était servi d'acide carbonique. Les avantages de l'acétate (1) sur le carbonate de calcium ne se montrent pas seulement dans les essais de laboratoire. J'ai répété ces mêmes expériences en grand, et j'ai reconnu que l'on peut faire plusieurs teintures successives dans le même bain, en ayant soin de le remonter avec de la matière colorante et de l'acétate. J'ai fait de cette manière huit opérations sur une grande échelle, et je n'ai interrompu cette série d'essais que parce que j'ai trouvé l'épreuve expérimentale suffisante. L'avantage de cette manière de faire est évident : il n'est plus nécessaire d'épuiser le bain en une seule fois; on peut teindre en présence d'un excès de matière colorante, c'est-à-dire opérer à une plus basse température et en moins de temps.

» 4. L'acide acétique n'est pas le seul qui soit déplacé par l'alizarine et ses congénères, en présence des oxydes de fer et d'aluminium qui servent de « mordants » : des sels à acides plus énergiques, tels que les chlorure et nitrate, sont aussi décomposés; le bain, neutre au début, devient rapidement acide, à mesure que la teinture s'avance; mais, à un certain moment, une action inverse se manifeste, et il ne se fixe plus de matière colorante. Par l'emploi de ces deux sels, on obtient toutefois de bien meilleurs résultats qu'avec l'eau distillée seule, tant il est vrai que l'oxyde de calcium est indispensable à la formation des couleurs dites *garancées*. L'alizarine et ses congénères se comportent, en présence des oxydes qui servent de mordants, comme des acides puissants, mais dont l'action est limitée par une action inverse, la laque colorée à base double étant elle-même attaquable par les acides. Si l'on prend des mesures convenables pour éliminer ou neutraliser les acides à mesure qu'ils se forment, l'action chimique peut s'achever et la teinture peut se faire d'une façon complète. L'industrie nous offre un exemple remarquable d'un déplacement d'acides par ces matières colorantes, dans la formation du rouge à l'extrait de garance ou à l'alizarine artificielle, par vaporisage; là, ces dernières sub-

(1) Dans la réunion du Comité de Chimie de la Société industrielle de Mulhouse, dans laquelle j'ai donné lecture de ce travail, un membre m'a informé qu'il y a quelques années il a été offert en vente ici un procédé de teinture rapide, d'origine anglaise, dans lequel l'acétate de chaux était déjà employé. Quoique la littérature spéciale soit muette à cet égard, et que je sois arrivé à l'emploi de ce sel par la suite logique de mes expériences, je reproduis avec empressement l'observation qui m'a été faite, afin de rendre ce qui lui appartient à l'auteur de ce procédé, dont le nom m'est inconnu.

stances se trouvent mêlées à des acétates, des sulfates, des nitrates, des chlorures d'aluminium et de calcium, qu'elles doivent décomposer, au moins en partie, pour pouvoir s'unir aux bases et se fixer sur tissu. Dans ce cas, la décomposition est plus complète qu'elle ne le serait pendant la teinture avec les mêmes sels de calcium, sans doute parce que les acides sont entraînés à mesure par la vapeur d'eau. »

CHIMIE. — *Sur les phosphates de sesquioxyde de fer et d'aumine;* par M. **Millot**.

« *Phosphate de fer*, $2PO^5, Fe^2O^3, 8HO$. — Ce phosphate s'obtient par la réaction de l'acide phosphorique hydraté sur l'hydrate d'oxyde de fer ou l'oxyde de fer calciné. Cette réaction s'accomplit lentement à froid; on la facilite en plaçant le mélange dans une étuve chauffée à 100 degrés.

» Si la quantité d'acide phosphorique n'est pas suffisante, la masse durcit pendant le séchage; on la broie et l'on ajoute de nouveau de l'acide phosphorique jusqu'à ce qu'elle reste pâteuse. On reprend ce mélange par une petite quantité d'eau froide et l'on filtre. Les eaux de lavage filtrées laissent déposer, par addition d'eau, le phosphate $3PO^5, 2Fe^2O^3, 8HO$. Il se précipite un peu de ce phosphate sur le résidu insoluble; pour le purifier, on le traite de nouveau par l'acide phosphorique. On obtient, après lavage et séchage à 100 degrés, une poudre cristalline blanc jaunâtre, présentant exactement la composition $2PO^5, Fe^2O^3, 8HO$. Si l'on calcine ce phosphate, il fond et donne un émail. Même avant d'entrer en fusion, il devient partiellement insoluble dans les acides concentrés et l'eau régale.

» On peut obtenir le phosphate anhydre, $2PO^5, Fe^2O^3$, en calcinant un sel de sesquioxyde de fer avec un excès d'acide phosphorique et lessivant la masse pour enlever l'acide métaphosphorique en excès. Si l'on a opéré à une température très-élevée, une partie du produit est devenue insoluble dans les acides, mais toujours soluble dans les alcalis. La partie soluble dans les acides et l'insoluble présentent exactement la même composition chimique.

» Le phosphate $2PO^5, Fe^2O^3, 8HO$ est insoluble dans l'acide acétique, soluble dans le citrate d'ammoniaque ammoniacal, les alcalis et les carbonates alcalins.

» *Phosphate de fer*, $3PO^5, 2Fe^2O^3, 8HO$. — On peut obtenir ce composé en prenant une solution d'oxyde de fer dans l'acide phosphorique et l'étendant d'eau, ou en élevant la température de la solution. Le précipité cris-

tallin que l'on obtient est blanc. On le prépare plus facilement en chauffant une solution de sulfate de sesquioxyde de fer et du phosphate acide d'ammoniaque

$$3(PO^5, AzH^4O, 2HO) + 2(3SO^3, Fe^2O^3)$$
$$= 3PO^5, 2Fe^2O^3, HO + 3(2SO^3, AzH^4O, HO).$$

On filtre et on lave bouillant, le précipité se redissolvant à froid.

» Calciné, il donne le phosphate $3PO^5, 2Fe^2O^3$ gris bleuâtre, facilement soluble dans les acides.

» Les propriétés du phosphate $3PO^5, 2Fe^2O^3, 8HO$ sont à peu près les mêmes que celles du phosphate de fer précédent.

» M. Rammelsberg l'avait obtenu en abandonnant, pendant un an, une solution d'un phosphate de fer dans l'acide phosphorique.

» Ces deux phosphates se forment dans les superphosphates du commerce, par l'action de l'acide phosphorique libre sur l'oxyde de fer des phosphates minéraux.

» On connaît depuis longtemps les deux phosphates suivants :

» $PO^5, Fe^2O^3, 4HO$, que l'on obtient en précipitant un sel de sesquioxyde de fer par le phosphate de soude, ou la solution acide d'un des sels précédents par l'acétate de soude : ce phosphate est blanc et gélatineux; et le phosphate $2PO^5, 3Fe^2O^3, 8HO$, que l'on prépare en précipitant la solution acide d'un des sels précédents par l'ammoniaque. Il faut avoir soin de ne pas employer un grand excès d'ammoniaque, sans quoi on obtient une solution ammoniacale complète: cette solution est dialysable. Par la calcination, ce phosphate décrépite; le résidu a pour formule $2PO^5, 3Fe^2O^3$. Le sel $2PO^5, 3Fe^2O^3, 8HO$ se distingue des sels précédents par son insolubilité complète dans le citrate d'ammoniaque ammoniacal. Il est très-soluble dans l'oxalate d'ammoniaque, $PO^5, 2Fe^2O^3, 4HO$. On prend le sel précédent, on le dissout dans un acide et on le précipite par l'ammoniaque, sans employer un excès. Le phosphate obtenu, dissous de nouveau et reprécipité présente toujours la même composition. Il est un peu soluble dans le citrate ammoniacal et peu soluble dans l'oxalate.

» *Phosphate d'alumine*, $2PO^5, Al^2O^3, 8HO$. — On ne peut pas obtenir ce sel comme celui de fer correspondant, à cause de la trop grande solubilité de l'alumine, même calciné dans l'acide phosphorique. On peut le préparer en prenant le phosphate $3PO^5, 2Al^2O^3, 16HO$, et le traitant à froid par 2 équivalents d'acide phosphorique hydraté; on dessèche, on lave, et l'on recommence le traitement à l'acide phosphorique. On peut l'obtenir

anhydre, en calcinant un sel d'alumine avec un excès d'acide phosphorique, puis séparant par l'eau pour dissoudre l'excès d'acide métaphosphorique. Obtenu ainsi ou par calcination du sel hydraté, ce produit est partiellement insoluble dans les acides concentrés et l'eau régale. Le produit soluble et l'insoluble ont la même composition chimique.

» $3PO^5, 2Al^2O^3, 16HO$. — A 110 degrés, ce produit ne renferme plus que 10 équivalents d'eau. On ne peut pas l'obtenir pur en précipitant par l'eau ou par la chaleur une solution d'alumine dans l'acide phosphorique; le précipité que l'on obtient ainsi renferme toujours un excès d'alumine. On peut le préparer en portant à l'ébullition un mélange limpide de 2 équivalents de sulfate d'alumine et de 3 équivalents de phosphate acide d'ammoniaque :

$$2(3SO^3, Al^2O^3) + 3(PO^5, AzH^4O, 2HO)$$
$$= 3PO^5, 2Al^2O^3, HO + 3(2SO^3 AzH^4O, HO).$$

» On filtre et on lave bouillant, car ce sel se redissout à froid. Il est indispensable d'ajouter de l'acide sulfurique libre, sans quoi le précipité est souillé d'un excès d'alumine. J'ai trouvé ce phosphate dans des échantillons de phosphates du golfe du Mexique, connus sous le nom de *redouda-guano*.

» Ce sel se forme quand on lessive par l'eau les superphosphates du commerce, faits avec des phosphates du Lot ou du Nassau, qui renferment de l'alumine attaquable par l'acide phosphorique. Ce phosphate présente une particularité qu'offre aussi le sel de fer correspondant. Le précipité produit dans une liqueur phosphorique par addition d'eau ne se dissout pas immédiatement en ajoutant un acide même en excès. La dissolution ne s'effectue qu'au bout d'un temps assez long.

» Le phosphate calciné $3PO^5, 2Al^2O^3$ est partiellement insoluble dans les acides.

» $PO^5, Al^2O^3, 2HO$. — C'est le seul phosphate d'alumine connu jusqu'à ce jour; on l'obtient par la précipitation d'un sel d'alumine par le phosphate de soude, ou la solution d'un phosphate d'alumine précipitée par l'ammoniaque et reprise par l'acide acétique.

» Ce sel est de tous les phosphates de fer et d'alumine le plus soluble dans le citrate et l'oxalate d'ammoniaque. Calciné, il donne le phosphate anhydre soluble dans les acides.

» $2PO^5, 3Al^2O^2, 8HO$. — On précipite une solution acide d'un des sels précédents par l'ammoniaque, en n'en mettant pas un excès qui redissout

le phosphate précipité. Ce phosphate calciné est soluble dans les acides.

» Je n'ai pu obtenir ce phosphate $2PO^5, 2Al^2O^3, HO$ pur, en précipitant par l'ammoniaque la solution acide du sel précédent. Le produit renfermait un léger excès d'acide phosphorique, et, en renouvelant la dissolution et la précipitation, il renfermait cette fois un excès d'alumine.

» Tous les phosphates de fer et d'alumine séchés à 100 degrés sont hygrométriques et reprennent de l'humidité à l'air.

» Ces produits sont tous insolubles dans l'acide acétique, solubles dans le citrate d'ammoniaque ammoniacal, l'oxalate d'ammoniaque, les carbonates alcalins et l'ammoniaque.

» Les phosphates d'alumine sont beaucoup plus solubles dans ces différents réactifs que les phosphates de fer correspondants. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un alcool hexylique secondaire;* par M. W. ŒCHSNER DE CONINCK.

« I. Le but du présent travail a été d'étudier l'hydrogénation d'une acétone mixte, l'éthylbutyryle, découverte par M. Friedel dans les produits de la distillation sèche du butyrate calcique (1).

» Pour préparer ce corps, on a distillé 2 kilogrammes de butyrate de calcium par portions de 150 grammes. On a obtenu 660 grammes d'un produit qui, soumis à de nombreuses distillations fractionnées méthodiques, dans l'appareil de MM. Henninger et Lebel, a fourni :

» 1° Un peu de butyral;

» 2° Du méthylbutyryle;

» 3° 80 grammes d'un liquide limpide, d'une odeur éthérée assez forte, très-réfringent, et passant à la température de + 122°-124°;

» 4° Une quantité considérable de butyrone.

» Le liquide passant de + 122° à + 124°, était l'éthylbutyryle : cette température est celle indiquée par M. Popoff pour l'éthylbutyryle synthétique.

» La densité du liquide a été prise à zéro et à + 21°,8 :

$$d_0 = 0,8330.$$

(1) Les premiers résultats ont déjà été communiqués à la Société chimique de Paris, dans sa séance du 16 juillet 1875. Quinze jours après, un élève de M. Lieben annonçait à la Société chimique de Berlin les premiers résultats de recherches entreprises sur le même sujet. Voir *Berichte der Deutschen chemischen Gesellschaft*, numéro de septembre 1875.

C'est le nombre même trouvé par M. Friedel,

$$d_{+12°,8} = 0{,}81305 \text{ (eau rapportée à } +4°).$$

» La pureté de l'éthylbutyryle étant ainsi constatée, on l'a hydrogéné par le procédé que M. Friedel a imaginé pour l'hydrogénation des acétones insolubles dans l'eau.

» L'acétone n'a pas tardé à se transformer en un liquide jaune orangé dont l'odeur rappelait celle de l'éthylbutyryle, mais était sensiblement plus faible. Il a été facile de remarquer que l'odeur allait en diminuant à mesure que l'hydrogénation avançait.

» Ce liquide a été desséché, puis soumis à une série de fractionnements; on a bientôt observé un point d'arrêt du thermomètre (+ 134°) : à cette température passait un liquide limpide, très-mobile, réfringent, d'une odeur éthérée agréable et d'une saveur brûlante. L'analyse a montré qu'il offrait une composition exprimée par la formule

$$C^6H^{14}O = \begin{matrix} C^2H^5 \\ C^3H^7 \end{matrix} \rangle CH.OH.$$

» Le liquide isolé est donc un alcool hexylique ; de plus, il appartient à la classe des alcools secondaires. Sa formation, en effet, est de tous points semblable à celle de l'alcool isopropylique que M. Friedel a obtenu en fixant 2 atomes d'hydrogène sur l'acétone ordinaire.

» L'alcool isohexylique est soluble dans l'éther et dans l'alcool ordinaire, à peine soluble dans l'eau; sa densité à zéro est de 0,83433, et à + 20° de 0,81825 (eau rapportée à + 4°).

» Traité par l'acide iodhydrique et par l'acide acétique anhydre, le nouvel alcool s'est éthérifié avec la plus grande facilité.

» L'iodure constitue un liquide coloré en rouge. Il bout de + 164° à + 166°, et distille sans décomposition.

» L'acétate est un liquide incolore, d'odeur agréable, bouillant de + 149° à + 151°.

» II. Dans le cours des premières distillations fractionnées, le thermomètre s'élevait rapidement à partir de + 140°, et il passait, entre + 252°-255°, un liquide huileux, incolore, d'une odeur légèrement camphrée, qui a donné, à l'analyse, des nombres conduisant à la formule $C^{12}H^{26}O^2$:

$$C^{12}H^{26}O^2 = \left\{ \begin{matrix} C^2H^5 & C^2H^5 \\ | & | \\ COH & - COH \\ | & | \\ C^3H^7 & C^3H^7 \end{matrix} \right.$$

» Ce corps est une pinacone, et sa formation est due à l'union de deux molécules d'éthylbutyryle, avec fixation d'un atome d'hydrogène sur chacune de ces molécules.

» La pinacone ordinaire pouvant cristalliser, on a cherché à déterminer la cristallisation de la nouvelle pinacone : à cet effet, on l'a soumise à un froid de — 18° à — 20°; elle est devenue tout à fait visqueuse, mais n'a pas cristallisé. Alors on a introduit dans la masse refroidie un cristal de pinacone ordinaire, qui n'a pas provoqué la cristallisation, comme cela aurait pu avoir lieu, si les deux corps étaient isomorphes.

» La pinacone a été aussi traitée par l'acide sulfurique. On a employé l'acide étendu, puis l'acide concentré, pour obtenir une pinacoline $C^{12}H^{24}O$ et l'hydrocarbure dérivé $C^{12}H^{22}$.

» Le liquide formé dans cette réaction était doué d'une odeur pénétrante; on l'a soumis à la distillation fractionnée, et l'on a recueilli un liquide incolore, d'odeur camphrée, passant de + 215° à + 218°.

» En même temps, on a remarqué que la course du thermomètre se ralentissait vers + 210°. Ce liquide a donné, à l'analyse, des nombres indiquant qu'on avait affaire à un mélange d'hydrocarbure et de pinacoline. D'ailleurs, la quantité de liquide dont on disposait était trop faible pour que la distillation fractionnée seule permît de séparer nettement les deux corps.

» III. Tels sont les principaux résultats obtenus; on voit que l'hydrogénation de l'éthylbutyryle donne naissance à un alcool, et qu'une acétone mixte s'est comportée de la même manière que l'acétone ordinaire.

» On poursuit ces recherches, et l'on se propose d'hydrogéner une autre acétone mixte, le méthylvaléryle, afin d'étudier les relations d'isomérie qui existent entre les alcools hexyliques secondaires obtenus par cette voie et les alcools hexyliques primaires.

» Ce travail a été fait au laboratoire de M. Wurtz. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur l'assimilabilité des phosphates fossiles et sur le danger de l'emploi exclusif des engrais azotés*; par M. A. **Roussille**.

« Des expériences ont été entreprises, au mois de mai 1875, au champ d'exercices de l'École nationale d'Agriculture de Grand-Jouan, pour vérifier les indications relatives à l'assimilabilité des phosphates fossiles, fournies par l'emploi d'une solution d'oxalate d'ammoniaque réagissant sur la poudre des phosphates. Ces expériences ont été faites sur une terre de sous-

sol, provenant d'un défoncement énergique à 0^{m},80 de profondeur, dans laquelle l'analyse a révélé 0,00149 d'azote et 0,00005 d'acide phosphorique.

» Quinze planches de 10 mètres carrés chacune, bien identiques, séparées par de petites allées de 0^{m},50 de largeur, ont reçu comme engrais : la première, 300 grammes de sulfate d'ammoniaque ; la deuxième, rien ; la troisième, 300^{gr},6 d'un superphosphate minéral riche, fabriqué à Bellegarde, renfermant exactement 50 grammes d'acide phosphorique ; les douze autres, chacune 300 grammes de sulfate d'ammoniaque et des quantités de phosphate fossile naturel, de même finesse, calculées de telle sorte qu'elles renfermassent chacune exactement 50 grammes d'acide phosphorique. Ces phosphates fossiles étaient : n° 4, l'apatite d'Espagne; n° 5, le phosphate de Villeneuve (Aveyron); n° 6, de Bach (Lot); n° 7, de Caylus (Tarn-et-Garonne); n° 8, de Vauchy (Bellegarde); n° 9, de Mussel (Bellegarde); n° 10, de Clermont-en-Argonne; n° 11, de Vouziers; n° 12, de Tarn-et-Garonne; n° 13, des Islettes (Meuse); n° 14, du Lot; n° 15, du Boulonnais.

» Une moitié de chaque planche fut ensemencée avec 35 grammes de sarrasin ; l'autre moitié reçut quarante-six jeunes betteraves de même venue.

» La levée du sarrasin ayant été irrégulière et, d'autre part, les betteraves ayant poussé leurs racines jusque dans la terre de l'ancien sol, enfoncé par le défoncement entre 0^{m},60 et 0^{m},80 de profondeur, il serait téméraire de tirer une conclusion relative à la prévision de l'assimilabilité des phosphates par l'emploi d'une solution d'oxalate d'ammoniaque. La publication des résultats eût été ajournée, si un fait très-important n'eût été mis en lumière par les expériences de cette année.

» Voici les résultats les plus saillants fournis par les cultures de sarrasin et de betteraves.

Sarrasin.

Planches.	Nombre de tiges.	Récolte totale.	Paille.	Grain.	Feuilles et enveloppes florales.
1.....	750	1700^{gr}	750^{gr}	693	257
2.....	716	3200	1450	1293	557
3.....	639	5200	2800	1825	575
4.....	536	3500	1656	1370	580
5.....	474	4600	2450	1561	589
6.....	420	3650	1850	1340	460

Betteraves.

Planches.	Nombre de racines.	Poids des racines.	Richesse saccharine.
1.......	46	19300^{gr}	95,53
2.......	46	27000	102,12
3.......	46	29200	115,90

» Les chiffres relatifs à la récolte du sarrasin démontrent déjà péremptoirement que le sulfate d'ammoniaque, employé seul comme engrais, sur des terres dépourvues ou presque dépourvues d'acide phosphorique, non-seulement n'augmente pas, mais diminue la quotité de la récolte ; ceux relatifs à la récolte de betterave viennent encore aggraver la chose, puisqu'ils montrent que quotité et qualité s'abaissent par l'emploi exclusif du sulfate d'ammoniaque dans les terres pauvres en acide phosphorique.

» Ces résultats de mes expériences, très-incomplétement signalés à la Section d'agronomie de l'Association française pour l'avancement des Sciences (congrès de Nantes), ont été pleinement confirmés par ceux obtenus, d'une part, par M. Rieffel, directeur de notre école, sur une parcelle voisine, et, d'autre part, par M. Damourette, propriétaire agriculteur, à Châteauroux, sur des terres calcaires, pauvres en acide phosphorique. On peut, sans témérité, en induire que l'acide phosphorique est non moins nécessaire que l'azote à la formation des principes albuminoïdes des plantes, et que tout excès d'azote ammoniacal devient dangereux pour la végétation lorsqu'il n'est pas compensé par une addition correspondante d'acide phosphorique assimilable.

» Des expériences sont entreprises pour voir si l'azote nitrique jouit des mêmes propriétés fâcheuses que l'azote ammoniacal. »

CHIMIE. — *Sur la préparation de l'acide bromhydrique gazeux.* Note de M. A. Bertrand.

« On sait que l'acide bromhydrique ne peut être préparé à l'état de gaz par l'action de l'acide sulfurique sur un bromure alcalin, à cause de la réduction qu'éprouve l'acide sulfurique, avec mise en liberté de brome et d'acide sulfureux; la méthode généralement employée consiste à décomposer par l'eau le bromure de phosphore.

» J'ai constaté que, si, au lieu d'employer un bromure alcalin, on fait réagir l'acide sulfurique sur un bromure alcalino-terreux, le bromure de calcium par exemple, additionné d'une petite quantité d'eau, l'acide bromhydrique n'est plus décomposé, à part quelquefois une trace, au commencement de l'expérience, et la préparation peut s'effectuer. Les meilleures proportions à employer sont : 100 grammes de bromure de calcium, 50 grammes d'eau et 100 grammes d'acide sulfurique.

» Déjà Glover avait employé l'action de l'acide sulfurique sur le bromure de baryum en dissolution, mais il s'agissait seulement d'obtenir une solution aqueuse de l'acide.

» Une autre méthode, qui permet l'emploi des bromures alcalins, consiste à remplacer l'acide sulfurique par l'acide phosphorique trihydraté concentré ; la réaction marche convenablement en traitant, par exemple, 100 grammes de bromure de potassium par 100 grammes d'acide phosphorique sirupeux, mélangés à 300 grammes d'eau. L'acide phosphorique très-concentré décompose l'acide bromhydrique ; avec de l'acide étendu, il n'y a qu'une légère trace de brome au commencement.

» Cette substitution de l'acide phosphorique à l'acide sulfurique me paraît susceptible d'être généralisée, par exemple, pour l'obtention de certains acides organiques, que l'acide sulfurique détruirait à une température élevée. »

PHYSIOLOGIE COMPARÉE. — *Recherches sur les fonctions des glandes de l'appareil digestif des Insectes.* Note de M. **Jousset**, présentée par M. Cl. Bernard.

« Les fonctions physiologiques des glandes de l'appareil digestif des Insectes n'ont pas encore été déterminées avec une précision suffisante ; de là les divergences d'opinions qui existent dans la Science, sur la part à attribuer à chacune de ces glandes dans la digestion des aliments.

» Ayant remarqué que les naturalistes qui se sont occupés de ce sujet se sont presque toujours servi dans leurs recherches du contenu liquide du tube digestif, j'ai cru pouvoir attribuer les résultats différents auxquels ils sont arrivés à cette pratique très-défectueuse en Physiologie, puisque ces liquides sont complexes et mélangés dans des proportions toujours inconnues. J'ai donc cherché, parmi les différents Insectes, s'il ne s'en trouverait pas un chez qui la disposition des organes glandulaires pût permettre de recueillir ces liquides dans la glande elle-même, avant leur entrée dans le tube digestif.

» La Blatte (*Blatta orientalis*) est dans ce cas. Les trois groupes glandulaires de son appareil digestif sont très-favorables à l'expérimentation et disposés comme il suit : la région supérieure, se composant d'un œsophage, d'un jabot et d'un appareil triturateur, porte des glandes œsophagiennes en grappe, appelées *glandes salivaires*, longues de près de 1 centimètre. La région moyenne ou estomac offre huit cœcums glandulaires, longs de 4 à 5 millimètres. Enfin la région inférieure ou intestin porte des tubes de Malpighi très-isolables. Ces trois appareils glandulaires se retrouvent chez tous les insectes, mais varient beaucoup de dimension et sont ha-

bituellement trop petits pour qu'on puisse en recueillir le contenu pur. La Blatte forme donc une heureuse exception.

» En expérimentant avec ces liquides recueillis avant leur entrée dans le tube digestif, j'ai pu reconnaître que l'agent unique de la digestion des matières amylacées est le produit de sécrétion des glandes œsophagiennes ou salivaires. Je me suis convaincu, par l'expérience directe, qu'aucune des autres glandes ne possède d'action marquée sur les amylacés, et que le produit de sécrétion des glandes salivaires est sans action sur les aliments albuminoïdes et gras. Je pense que la digestion des substances féculentes se fait principalement dans le jabot, chez les Insectes qui ont des glandes œsophagiennes très-développées, comme la Blatte, et que, lorsqu'elles sont petites et logées dans les parois de l'œsophage, cette digestion, très-peu importante dans ce cas, a lieu dans l'estomac. Le glucose produit est absorbé par l'estomac et ne pénètre pas dans l'intestin.

» Les cœcums qui entourent l'estomac jouissent de propriétés tout autres : ils sécrètent un liquide jaunâtre, faiblement, mais nettement acide. Après en avoir recueilli une quantité suffisante, j'ai constaté que son action, comme je viens de le dire, est nulle sur les matières amylacées, mais qu'il dissout avec une énergie remarquable les substances albuminoïdes, l'albumine coagulée, la caséine, et en particulier la fibrine, dont il liquéfie rapidement jusqu'à deux fois son propre volume. Je me suis assuré également que les albuminoïdes n'étaient pas simplement dissous, mais bien transformés en véritables peptones, ne coagulant plus par la chaleur ni les acides, mais seulement par le bichlorure de mercure.

» Le liquide des cœcums possède encore la propriété d'émulsionner énergiquement les graisses, propriété qui n'est partagée ni par les glandes salivaires, ni par les tubes de Malpighi. Cette émulsion dure très-longtemps et acquiert une acidité prononcée.

» On voit donc qu'en somme le produit des cœcums gastriques constitue l'agent le plus important de la digestion chez les Insectes; aussi ceux d'entre eux qui se nourrissent, comme les Insectes herbivores, de substances difficiles à digérer, possèdent-ils une innombrable quantité de cœcums gastriques et ont à leur disposition beaucoup de ce liquide. Cette propriété d'émulsionner les graisses en les acidifiant, que ne possède pas le suc gastrique des Vertébrés, semblerait rapprocher ce produit de sécrétion du suc pancréatique, et l'assimilation serait complète s'il agissait aussi sur les amylacés; mais nous venons de voir que ce rôle appartient exclusivement aux glandes œsophagiennes dans la digestion des insectes. Néanmoins, eu égard

à la faible acidité du suc des cœcums et à son action sur les graisses, j'incline à le regarder comme offrant beaucoup d'analogie avec le suc pancréatique, le caractère de l'action sur les fécules n'étant pas primordial dans le pancréas, puisque M. Claude Bernard a démontré que, chez certains Poissons, cet organe est déjà dépourvu d'action sur les amylacés.

» Quoi qu'il en soit, je pense que les peptones formés dans l'estomac et les graisses émulsionnées sont absorbés sur place par les parois de l'estomac, qui est la partie essentielle de l'appareil digestif et joue à la fois le double rôle de l'estomac et de l'intestin grêle des Vertébrés. Les matières qui ont résisté à ces actions et qui, par conséquent, sont impropres à la digestion, passent seules dans l'intestin, que je regarde comme ne jouant qu'un rôle presque nul dans la digestion proprement dite.

» Les tubes de Malpighi ont toujours fourni, dans ces recherches, des caractères négatifs très-nets. Leur produit de sécrétion n'agit ni sur les amylacés, ni sur les albuminoïdes, ni sur les matières grasses. Cet ensemble de caractères confirme l'opinion généralement adoptée, que ce groupe de glandes est un organe d'excrétion purement et simplement, un organe urinaire plus complet probablement que celui des Vertébrés, puisque c'est le seul organe éliminateur des Insectes. Depuis longtemps, la présence de l'acide urique et des urates y a été constatée, mais peut-être fournissent-ils des principes autres et analogues aux matières excrémentitielles que le foie est chargé d'éliminer chez les Vertébrés.

» Ces recherches confirment l'opinion soutenue depuis longtemps par M. Blanchard, sûr le degré très-élevé que doivent occuper les insectes dans la série animale. On voit, en effet, que leurs fonctions digestives se rapprochent beaucoup de celles des Vertébrés supérieurs.

» Ce travail a été fait dans le laboratoire de Physiologie générale du Muséum. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Des glandes florales du* Parnassia palustris; *nouvelles fonctions physiologiques.* Note par M. **E. Heckel**, présentée par M. Chatin.

« Les admirables glandes florales, qui, dans le *Parnassia palustris,* font l'admiration de tous les observateurs, ont, au point de vue de leurs fonctions, attiré depuis longtemps l'attention des physiologistes. Depuis Conrad Sprengel jusqu'à notre époque, la plupart des auteurs ont pensé que ces organes singuliers jouent dans l'acte de la fécondation un rôle important,

soit direct, soit indirect. Ayant eu à observer cette fleur, au point de vue du mouvement staminal et en vue d'établir par la reprise de l'étude de ce phénomène (1) une relation entre le cycle foliaire et le cycle floral, j'ai été conduit, pour utiliser mes longues heures d'observation, à partager mon attention entre les organes mâles et les glandes qui les avoisinent. J'ai observé sur place, et dans les conditions les plus naturelles, pendant un séjour aux environs de Murat (Cantal), pendant la fin d'août et le commencement de septembre.

» Le fait le plus important, qui m'a tout d'abord frappé et dont l'observation m'a conduit à douter de la réalité du rôle qu'on fait jouer aux glandes florales quand on les considère comme destinées à appeler les insectes agents de la fécondation, est celui-ci : le produit de sécrétion toujours limpide, et ne *renfermant pas le pollen tombé des anthères extrorses*, loin d'être comparable à celui du plus grand nombre de nectaires, n'est pas sucré, n'a aucune odeur particulière, est gluant et montre une réaction acide au papier tournesol. Une expérience bien simple m'a montré que ces glandes n'étaient pas indispensables à la fécondation et que, malgré la disposition défectueuse des anthères, cet acte s'accomplit normalement quand, dans le bouton, on a enlevé les glandes florales non encore parvenues à leur complet développement; enfin un fait capital résulte d'une observation prolongée : je n'ai vu dans les fleurs complètes pénétrer aucun autre insecte, si ce n'est quelques petits Diptères qui, attirés peut-être par le produit de sécrétion des glandes formant une barrière autour de l'androcée, sont englués immédiatement par ce liquide visqueux. Comme dans les *Drosera*, j'ai remarqué que, sous l'influence de l'irritation produite par la présence de l'insecte, le liquide devenait plus abondant, que l'animal ne tardait pas à mourir, puis à être dissocié dans ses parties constituantes. Pour mieux apprécier l'action de ce liquide, j'ai appliqué sur les plus grandes de ces glandes de tout petits morceaux de chair crue, qui ont fini par être dissous et disparaître de la même façon que cela se passe et que je l'observais comparativement dans les feuilles de *Pinguicula vulgaris*. Le fait que je signale ici, et qui me conduirait à voir dans les glandes florales du *Parnassia palustris* un organe carnivore, serait-il une exception dans la vie de la plante? Faut-il y voir un témoin d'habitudes anciennes ayant caractérisé à une certaine époque toute une série de végétaux qui nous sont inconnus et dont le *Parnassia* ne serait

(1) Il a été déjà observé, avec beaucoup de soin, par M. A. Gris (*Comptes rendus*, t. LXVII, p. 912; 1868).

qu'un terme isolé? Il est difficile de répondre à de pareilles questions; mais ce que je veux signaler, c'est que le fait qui fait l'objet de cette Note n'est peut-être pas si nouveau qu'on pourrait le croire. Jean Bauhin, dans son *Historia plantarum* (1651), à propos de la même plante, qu'il nomme *Gramen Parnassi,* s'exprime ainsi : « Quinque radiatis staminibus, albis apici- » bus..... quibus totidem interjecta alternatim staminum flavescentium » *muscariola.* » Le double sens de ce dernier mot peut parfaitement être interprété en faveur du fait que je signale, et le gobe-mouche se trouvait ainsi reconnu il y a plus de deux siècles.

» M. Duval-Jouve, à propos de ces organes et de mes observations, a bien voulu me faire part de la manière dont il envisage leur signification morphologique. Pour le très-savant et habile botaniste de Montpellier, les *muscariola* seraient des organes dérivés de ceux qu'on rencontre à la base des pétales des Hellébores. Si l'on fend ces cornets glandulifères suivant leur longueur, on a, en étalant le torse déroulé, la surface d'une glande florale. Il suffit, pour que la similitude soit plus frappante, qu'on suppose la glande qui occupe le fond du cône divisée et transportée au sommet de chacun des axes fibro-vasculaires qui règnent, ainsi que je m'en suis assuré, au nombre de treize à quinze dans le parenchyme de l'organe. D'après cette façon d'envisager les faits, les *Parnassia* devraient être placés auprès des *Renonculacées*, comme on l'a fait déjà; mais, en admettant cette interprétation, il faudrait faire, non-seulement à la transformation de l'organe, mais encore à l'appropriation physiologique de ses parties, une part qui me semble bien large; aussi, au point de vue étroit qui m'occupe, je rapprocherais plus volontiers, avec les classificateurs actuels, les *Parnassia* des *Saxifragées* et des *Droséracées,* qui, nous le savons depuis Darwin (1), comptent de nombreux cas de carnivorité bien constatée, tandis que rien de semblable n'a été jusqu'ici observé dans les *Renonculacées.* »

GÉOLOGIE. — *Plissements de la craie dans le nord de la France.* Note de M. HÉBERT.

« On supposait, en Angleterre, que le tunnel sous-marin de Calais à Douvres pouvait être pratiqué en ligne droite, dans un même banc de craie marneuse, dont les affleurements, au Blanc-Nez d'une part et à Douvres de

(1) *Insectivorus plants*; 1875.

l'autre, semblaient garantir la continuité régulière et directe à travers le détroit.

» J'ai objecté contre cette hypothèse qu'il résultait de mes études sur les allures des couches crayeuses dans le nord de la France que le sol est plissé. parallèlement à la direction générale de la Manche, de manière à présenter une série de bombements et de dépressions, dirigés du sud-ouest au nord-est, d'une amplitude qui dépasse souvent 100 mètres ; j'ai ajouté qu'il était certain pour moi que ce mode de structure ondulée devait se propager au travers du détroit. Il est donc à craindre que l'on ne soit exposé à sortir des assises marneuses dans lesquelles on aura commencé le tunnel, et à rencontrer des couches inférieures ou supérieures perméables. L'une de ces couches est la surface de contact de la craie grise (craie de Rouen) et de la craie blanche marneuse (craie à *Inoceramus labiatus*). J'ai constaté, au pied du Blanc-Nez, qu'il y a là un niveau d'eau important, et le même fait a été reconnu, en 1826 (*Trans. of the geol. Soc. of London*, 2e série, vol. II, p. 334), par notre compatriote de Basterot, entre Douvres et Folkestone, exactement dans la même couche.

» J'ai donné sur ces plissements, dans un Mémoire communiqué à la Société géologique de France au mois de juin dernier, des détails circonstanciés, non encore publiés, mais qui le seront très-prochainement. A la réunion de l'Association britannique à Bristol, j'ai appelé, sur le même sujet, l'attention du président, sir John Hawkshaw, et des géologues anglais. Les journaux de Bristol ont publié les réponses faites à ma Communication, notamment par M. Hawkshaw et par M. Evans, président de la Société géologique de Londres. Il résulte de ces réponses que mon opinion n'a point été favorablement accueillie, et M. Evans a dit que les sondages exécutés dans le détroit démontraient que la structure du fond du canal n'était point telle que je l'indiquais, assertion contre laquelle j'ai réclamé.

» Pendant ce temps, c'est-à-dire en août et en septembre, deux ingénieurs des mines, MM. Potier et de Lapparent, arrivaient, grâce aux ressources mises à leur disposition pour les sondages sous-marins, à des résultats infiniment plus précis et plus satisfaisants que les données qui avaient été fournies tout d'abord. Ces résultats, publiés récemment, permettent de constater que le fond de la Manche présente, comme je l'avais annoncé, des bombements, dont l'un, étudié avec beaucoup de soin, est près de la côte française; sa direction, d'après la forme des courbes d'affleurement des couches, se rapproche de celle des plis que j'ai signalés à l'intérieur des terres.

» Un autre bombement, situé près des côtes anglaises, a presque exactement la direction sud-ouest-nord-est.

» Il est donc démontré aujourd'hui, par l'observation directe, que la craie est ondulée dans le canal aussi bien que sur la partie du nord de la France qui s'étend entre la rivière d'Oise et la Manche, où j'ai constaté cette disposition stratigraphique.

» La démonstration de ces plissements se fait par un procédé simple et rigoureux. Le massif crayeux, si homogène en apparence, présente à divers niveaux des points de repère d'une constance remarquable.

» L'un de ces horizons est la couche mince, généralement très-glauconieuse, où abondent *Scaphites æqualis, Turrilites costatus*, etc. ; un autre, situé beaucoup plus haut, est rempli d'*Holaster planus ;* un troisième, de *Micraster cortestudinarium*, etc.

» Prenons comme exemple la région comprise entre Fécamp et Meudon. La glauconie à *Scaphites æqualis* part du niveau de la mer à Fécamp, s'élève au sud-est et atteint 80 mètres d'altitude à 10 kilomètres de distance, plonge ensuite dans la même direction, se relève de nouveau à la station de Pavilly, à 80 mètres d'altitude. Nouveau plongement au sud-est; sur le flanc gauche de la vallée, la même couche n'est plus qu'à 60 mètres; puis elle disparaît, et l'on peut démontrer qu'à la station de Malaunay notre horizon s'est enfoncé de plus de 120 mètres.

Troisième relèvement vers Rouen, où la glauconie à *Scaphites æqualis* reparaît à 45 mètres d'altitude ; plongement vers Pont-de-l'Arche et la vallée de l'Andelle, jusqu'à Watteport-sur-Seine, où la différence de niveau atteint 114 mètres depuis Rouen.

» Quatrième relèvement de Watteport à Pressagny-l'Orgueilleux, près de Vernon. En ce point, la glauconie à *Scaphites æqualis* affleure environ à 50 mètres.

Enfin, plongement vers Mantes, Beyne et Meudon, où la même couche doit se rencontrer vers 400 mètres au-dessous du niveau de la mer.

» Je trouve, par le même procédé, que la région comprise entre le Tréport et Compiègne présente trois bombements, l'un au Tréport même, l'autre vers Aumale, où la craie glauconieuse atteint plus de 120 mètres d'altitude, le troisième vers Breteuil. Les deux premiers bombements de cette nouvelle ligne sont séparés par une dépression dont le centre est à Gamaches, et, pour une même couche, la différence de niveau est, là, au moins de 160 mètres.

» Il est facile de constater que ces divers bombements ne sont point

placés au hasard, mais qu'ils se relient les uns aux autres suivant une certaine loi.

» Ainsi la ligne qui joint le bombement de Rouen à celui d'Aumale passe à Sommery et dans la partie centrale du Bray, où le terrain jurassique a été porté à 230 mètres d'altitude, et d'où les couches plongent au nord-ouest et au sud-est. Prolongée au nord-est, cette ligne traverse la vallée de la Somme à Picquigny, où se manifeste un relèvement bien marqué de la craie.

» Voilà donc une série de bombements qui se suivent sensiblement en ligne droite du sud-ouest au nord-est, et qui indiquent un plissement continu des couches de la craie dans toute cette étendue.

C'est un pli semblable qui a amené au jour la craie glauconieuse près de Vernon. Ce nouveau pli, prolongé au nord-est, presque parallèlement au premier, irait passer au relèvement de Breteuil (Oise).

» Un troisième pli, sensiblement parallèle aux précédents, comprendrait le relèvement de Fécamp et celui du Tréport. Prolongé au nord-est, ce pli viendrait aboutir à l'affleurement dévonien de Dennebrœucq (Artois); au sud-ouest, en l'infléchissant un peu au sud, il passerait par la faille que j'ai signalée à Dieppe.

» Ainsi, depuis la vallée de l'Oise jusqu'à la Manche, les couches de la craie ont été soumises, dans leur ensemble, à des pressions latérales qui les ont plissées et quelquefois brisées. Nous constatons déjà trois plis généraux plus ou moins rectilignes et parallèles, indépendamment d'autres accidents de même nature, comme les bombements de Pavilly, de Villequier et la faille de Lillebonne.

» Il y avait d'autant moins de témérité à prédire, pour le fond de la Manche, le même mode de structure, que la région méridionale de l'Angleterre, depuis Weymouth jusqu'à l'embouchure de la Tamise, présente un grand nombre de failles et de plis analogues à ceux du nord de la France. »

PHYSIOLOGIE. — *Études pratiques sur l'urine normale des nouveau-nés; applications à la Physiologie et à la Clinique*. Note de MM. **Parrot** et **A. Robin**, présentée par M. Bouley. (Extrait.)

« Un nouveau-né urine quatre fois plus qu'un adulte, par kilogramme de son poids.

» Dans des circonstances tout à fait exceptionnelles, l'urine peut donner

un très-léger dépôt, formé de cristaux d'acide urique ou d'oxalate de chaux ou d'urate de soude (urine du premier jour, alimentation insuffisante ou vicieuse, etc.). Les ferments végétaux paraissent s'y développer plus rapidement que dans l'urine des adultes.

» Elle a une réaction neutre au papier de tournesol. L'acidité de l'urine indique le plus souvent un intervalle trop long entre les tetées, et, dans un certain nombre de cas, peut mettre sur la voie d'un état pathologique.

» L'urine des nouveau-nés contient, en moyenne, par litre, $3^{gr},03$ d'urée, soit $0^{gr},80$ par kilogramme chez un enfant de 3850 grammes; mais, dans les vingt-quatre heures, un nouveau-né de onze à trente jours rend environ $0^{gr},90$ d'urée, soit $0^{gr},23$ par kilogramme de son poids.

» L'âge, le poids et la température influencent notablement la quantité d'urée. Lorsque les urines de deux enfants dont l'âge, le poids et la température diffèrent, présentent des quantités inégales d'urée, avant d'expliquer cette différence par un état pathologique, on devra s'assurer que l'excédant d'urée dépasse les limites que nous avons fixées pour les variations qui sont dues à ces causes.

» Il existe un rapport constant entre la quantité d'urée, la couleur et la réaction de l'urine, de telle sorte que l'inspection de ces deux derniers caractères permet d'apprécier cliniquement la proportion d'urée.

» Il existe normalement dans l'urine des nouveau-nés des traces d'acide urique, mais elles échappent à tout dosage : l'urine du premier jour en renferme davantage; elle ne contient pas de matières extractives chimiquement appréciables, mais elle renferme de l'acide hippurique et de l'allantoïne.

» Dans aucune circonstance l'urine normale du nouveau-né ou du fœtus ne contient d'albumine; elle n'exerce aucune action réductrice sur la liqueur de Barreswil.

» Le nouveau-né ingère, en vingt-quatre heures et par kilogramme de son poids, deux fois plus d'azote que l'adulte; il en rend six fois moins par l'urine, quoiqu'il fixe au moins autant d'oxygène; il brûle donc moins, tout en absorbant plus de combustible et au moins autant de comburant. Cet excès de l'assimilation sur la désassimilation, expérimentalement démontré, est en rapport avec l'augmentation journalière du poids, augmentation à laquelle doit aussi prendre part une partie de l'oxygène absorbé.

» Quand l'urine d'un nouveau-né est modifiée dans l'un de ses carac-

tères, au delà des limites que nous avons tracées, il faudra songer d'abord à une irrégularité dans l'alimentation, ensuite à un état morbide.

» Dans quelques circonstances, l'étude des urines permet de préciser l'existence d'un état pathologique spécial ou d'un symptôme particulier (œdème des nouveau-nés, diarrhée, etc.)

» Enfin cette étude permet quelquefois de prévoir l'apparition prochaine d'accidents déterminés, tels que l'œdème des nouveau-nés, l'athrepsie, etc. En effet, une lésion de la nutrition précède évidemment l'apparition des signes extérieurs de ces affections, et l'enfant est déjà malade alors qu'aucun symptôme ne révèle au dehors cet état de souffrance, dont les altérations de l'urine donnent la mesure. »

La séance est levée à 5 heures trois quarts. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 3 janvier 1876.

Crania ethnica. Les crânes des races humaines; par MM. de Quatrefages et T. Hamy; 4e liv., feuilles 18 à 23, *Pl. XXXI à XL*. Paris, J.-B. Baillière, 1875; in-4°.

Le Jura franc-comtois. Études géologiques sur le Jura, considéré principalement dans sa partie nord occidentale; par A. Vézian. Paris, F. Savy; Besançon, Dodivers, 1874; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Resal.)

Ministère de l'Agriculture et du Commerce. Catalogue des brevets d'invention; année 1875, nos 4, 5, 6. Paris, Bouchard-Huzard, 1875; 3 liv. in-8°.

Étude philosophique sur la capillarité; par L. Mocquet. Paris, typ. A. Parent, 1875; br. in-8°.

Question de voirie, n° 1. *Déclassement des routes départementales; par* A. Fougerousse. Paris, E. Lacroix, 1875; br. in-8°.

Origines de l'enseignement médical en Lorraine. La Faculté de Médecine de Pont-à-Mousson (1572-1768); *par* G. Tourdes. Paris, Berger-Levrault et G. Masson, 1875; br. in-8°.

Annuaire météorologique et agricole de l'Observatoire de Montsouris pour l'an 1876. Paris, Gauthier-Villars, 1876; 1 vol. in-18.

Annales de la Société des Sciences industrielles de Lyon, 1875; n° 5. Lyon, imp. Storck, 1875; br. in-8°.

Toxicologie chimique. Guide pratique pour la détermination chimique des poisons; par le Dr Fr. Mohr, traduit de l'allemand par le Dr L. Gautier. Paris, Reinwald, 1876; in-8°.

Du mouvement végétal. Nouvelles recherches anatomiques et physiologiques sur la motilité dans quelques organes reproducteurs des phanérogames; par Ed. Heckel. Paris, G. Masson, 1875; in-8°. (Présenté par M. Chatin, pour le Concours Montyon, Physiologie expérimentale, 1876.)

Reliquiæ Pourretianæ; par E. Timbal-Lagrave. Toulouse, au Secrétariat de la Société des Sciences physiques et naturelles, 1875; br. in-8°.

Exploration scientifique des environs de Montolieu (Aude); par MM. Timbal-Lagrave et Jeanbernat. Toulouse, imp. Douladoure, 1875; br. in-8°.

Excursions botaniques aux environs de Saint-Paul-de-Fenouillet et à Cases de Pena dans les Corbières; par M. E. Timbal-Lagrave. Toulouse, imp. Douladoure, sans date; br. in-8°.

Étude sur quelques campanules des Pyrénées; par M. Timbal-Lagrave. Toulouse, Armaing; Paris, Savy, 1873; br. in-8°.

Étude sur quelques sidéritis de la Flore française; par M. E. Timbal-Lagrave. Toulouse, imp. Douladoure, sans date; br. in-8°.

Une excursion botanique à Cascastel, Durban et Villeneuve, dans les Corbières; par M. E. Timbal-Lagrave. Toulouse, imp. Douladoure, 1875; br. in-8°.

Deuxième excursion dans les Corbières orientales, Saint-Victor, le col d'Estrem, Tuchan, Vingrau; par M. E. Timbal-Lagrave. Toulouse, imp. Douladoure, 1875; br. in-8°.

Une excursion scientifique aux sources de la Garonne et de la Noguera-Pallaresa (Catalogne); par M. le Dr Jeanbernat. Toulouse, imp. Douladoure, sans date; br. in-8°.

Rapport sur l'ouvrage de MM. Boutteville et Hauchecorne, intitulé: Le Cidre; *par* J. Girardin. Rouen, imp. L. Deshays, sans date; br. in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société industrielle de Rouen.*)

Étoiles filantes. Les Perséides en 1875. Observations faites à l'Observatoire royal de Bruxelles, communiquées par M. E. QUETELET. Bruxelles, imp. Hayez, 1875; br. in-8°. (Extrait des *Bulletins de l'Académie royale de Médecine.*)

Questions maritimes. Les oiseaux de mer, leur utilité au point de vue de la navigation et de la pêche; par GOUEZEL. Nantes, imp. Charpentier, 1875; br. in-8°.

PICOT. *Court exposé du nouveau procédé de taille de la vigne.* Tonnerre, G. Roy, sans date; opuscule in-18.

The revised theory of light; Section I : *The principles of the harmony of colour; by* W.-Cave THOMAS. London, Smith, Elder et C°, 1875; 1 vol in-12, relié.

Transactions of the royal Society of Arts and Sciences of Mauritius; new series, vol. VIII. Mauritius, 1875; in-8°.

Monthly Report of the department of Agriculture for november and december 1875. Washington, Government printing Office, 1875; in-8°.

Coralli eocenici del Friule, descritti dal prof. Ant. D'ACHIARDI. Pisa, tip. Nistri, 1875; br. in-8°.

Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche, pubblicato da B. BONCOMPAGNI; t. VIII, giugno 1875. Roma, tipog. delle Scienze matematiche e fisiche, 1875; in-4°. (Présenté par M. Chasles.)

Atti dell' Accademia pontificia de' Nuovi Lincei, compilati dal Segretario; anno XXVIII, sessione VII^a del 20 giugno 1875. Roma, tipog. delle Scienze matematiche e fisiche, 1875; in-4°.

Nova acta Academiæ Cæsareæ-Leopoldino-Carolinæ germanicæ naturæ curiosorum; tomus tricesimus sextus. Dresdæ, MDCCCLXXIII; in-4°.

Annalen der Physik und Chemie. Herausgegeben zu Berlin von J.-C. POGGENDORFF. Erganzung Band VII, Stuck 1, 2. Leipzig, 1875; 2 liv. in-8°.

De militaire Chirurgie en de geneeskundige dienst te velde, etc.; door Dr M. W.-C. GORI. Amsterdam, Von der Post, 1875; br. in-8°.

Ofversigt af kongl. vetenskaps Akademiens forhandlingar. 28, 29, 30, 31; 1871, 1872, 1873, 1874. Stockholm, 1871-1875; 4 vol. in-8°.

Bihang till kongl. svenska vetenskaps Akademiens handlingar; t. I, liv. 1, 2; t. II, liv. 1, 2. Stockholm, 1872-1875; 4 vol. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 13 décembre 1875.)

Page 1205, note (5), *au lieu de* Röntzen, *lisez* Röntgen.

Page 1207, ligne 5, *au lieu de* électrothermomètre, *lisez* héliothermomètre.

(Séance du 20 décembre 1875.)

Page 1259, ligne 35, *au lieu de :* le faisceau coracoïdien du biceps brachial fait défaut chez l'Ours, *lisez :* n'existe que chez l'Ours.

DATES.	BAROMÈTRE A MIDI réduit à zéro.	THERMOMÈTRES du jardin. Minima.	THERMOMÈTRES du jardin. Maxima.	THERMOMÈTRES du jardin. Moyenne.	THERMOMÈTRES du jardin. Moyenne vraie.	THERMOMÈTRES du jardin. Écart de la normale.	THERMOMÈTRE ÉLECTRIQUE à 20 mètres.	ACTINOMÈTRE.	THERMOMÈTRES du sol. Surface.	THERMOMÈTRES du sol. à 0m,20.	THERMOMÈTRES du sol. à 1m,00.	TENSION DE LA VAPEUR.	ÉTAT HYGROMÉTRIQUE.	UDOMÈTRE (à 1m,80).	ÉVAPOROMÈTRE.	ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE.
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
	mm	o	o	o	o	o	o		o	o	o	mm		mm	mm	
1	749,5	-4,6	-2,9	-3,8	-4,1	-9,4	-4,0	1,8	-4,0	2,2	7,4	3,0	90	0,6	"	"
2	748,2	-5,3	-2,9	-4,1	-4,2	-9,4	-4,3	2,9	-3,9	1,9	7,1	3,1	92	0,4	"	"
3	748,9	-4,8	-3,1	-4,0	-3,9	-9,0	-3,9	4,1	-3,9	1,8	6,8	2,9	83	0,1	"	"
4	749,4	-6,5	-1,1	-3,8	-3,3	-8,3	-3,3	16,3	-3,5	1,5	6,6	3,1	87	0,1	"	"
5	749,6	-3,4	-1,6	-2,5	-2,4	-7,3	-2,4	6,4	-2,3	1,4	6,4	3,5	92	0,5	"	"
6	753,9	b)-6,8	b)-2,3	b)-4,6	-4,9	-9,6	-5,0	3,4	-5,3	1,3	6,1	2,8	83	0,1	"	"
7	762,0	-8,3	-4,9	-6,6	-7,3	-11,9	-7,6	13,7	-7,3	1,0	5,9	2,1	79	0,0	"	"
8	763,5	-9,9	2,3	-3,8	-0,4	-4,9	-0,3	5,9	-0,2	0,7	5,7	4,1	91	0,2	"	"
9	763,5	0,7	3,3	2,0	1,2	-3,2	1,4	5,1	0,6	0,8	5,5	4,8	99	0,7	0,6	"
10	764,0	-2,4	0,9	-0,8	0,1	-4,2	-0,1	5,3	0,2	0,9	5,3	4,4	94	0,6	"	"
11	758,3	-0,3	5,1	2,4	3,9	-0,3	3,6	3,2	3,5	0,9	5,1	5,8	96	2,7	0,3	"
12	758,8	3,5	6,3	4,9	5,0	0,9	4,7	4,3	4,5	1,1	5,0	6,2	94	0,5	0,4	"
13	760,8	3,6	6,7	5,2	4,7	0,7	4,7	3,4	3,6	1,9	5,0	4,9	92	0,0	0,5	"
14	759,1	b)-1,7	b)4,0	b)1,2	0,2	-3,7	0,5	1,8	-0,2	2,8	5,0	4,4	94	"	"	"
15	760,5	-3,3	3,8	0,3	-0,5	-4,3	0,2	23,8	-1,8	2,3	5,1	4,3	96	"	"	"
16	759,9	-2,1	6,7	2,3	1,7	-2,0	1,7	16,8	0,3	1,9	5,1	4,9	94	"	"	"
17	756,7	-2,2	4,5	1,2	0,9	-2,7	1,1	8,4	-0,1	1,8	5,1	4,7	95	"	"	
18	755,0	-2,3	6,1	1,9	1,6	-1,9	2,1	20,3	0,8	1,8	5,0	5,0	96	"	"	"
19	751,0	-0,4	6,7	3,2	3,9	0,5	3,5	5,7	3,2	2,0	4,9	5,8	96	1,0	"	"
20	755,2	b)1,5	b)9,4	b)5,5	5,6	2,3	4,9	9,9	5,4	3,2	4,9	6,6	95	6,7	0,5	"
21	759,1	b)8,0	b)11,4	b)9,7	9,9	6,7	9,3	7,3	9,0	5,1	5,0	8,4	92	2,2	0,7	"
22	756,7	7,6	14,3	11,0	11,9	8,9	11,5	15,2	11,6	7,2	5,2	9,6	93	4,0	2,0	"
23	763,9	4,8	10,5	7,7	6,0	3,1	7,1	27,2	5,6	7,0	5,6	6,5	91	"	1,0	"
24	766,9	-0,1	6,7	3,3	4,5	1,7	4,5	10,4	4,2	5,6	6,0	6,1	96	"	0,2	"
25	766,2	4,4	10,0	7,2	6,2	3,5	6,9	15,9	7,2	5,9	6,1	6,3	88	0,0	1,1	"
26	767,5	0,8	7,1	4,0	4,6	2,0	5,1	5,6	4,9	5,3	6,2	6,2	97	0,5	0,1	"
27	766,1	5,6	8,5	7,1	7,4	4,9	7,2	6,5	7,2	6,0	6,2	7,2	93	1,4	0,3	"
28	768,7	6,1	8,1	7,1	7,0	4,6	6,9	3,2	6,5	6,4	6,3	6,1	82	"	1,1	"
29	766,4	5,1	6,8	6,0	5,2	2,9	5,5	4,5	4,3	6,2	6,5	5,7	86	0,1	1,1	"
30	763,9	3,1	6,8	5,0	5,5	3,3	5,4	4,0	5,0	5,9	6,5	6,2	92	0,0	0,4	"
31	762,3	4,0	7,8	5,0	5,0	2,8	5,0	3,0	4,5	5,9	6,6	5,8	89	"	0,7	"

(6) La température normale est déduite de la courbe rectifiée des températures moyennes de soixante années d'observation

(8) Moyennes des cinq observations. — Les degrés actinométriques sont ramenés à la constante solaire 100.

— (7) (9) (10) (11) (12) (13) (16) Moyennes des observations sexhoraires.

(b) Variations irrégulières.

MAGNÉTISME TERRESTRE (moyennes diurnes).				VENTS à 20 mètres.			DIRECTION DES NUAGES.	NÉBULOSITÉ (0 à 10).	REMARQUES.
Déclinaison.	Inclinaison.	Intensité horizontale.	Intensité totale.	Direction moyenne	Vitesse moyenne en kilomètres à l'heure.	Pression moyenne en kilogrammes par mètre carré.			
(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)	(26)	
° ′ .20,9	° ′ 65.36,9	1,9258	4,6450	N¼NE	faible.		»	10	Neige faible, mais continue.
20,9	37,0	9255	6447	NNW	presque nul.		»	10	Neige faible, mais continue.
21,2	36,7	9263	6458	N	faible.		»	10	Neige faible, mais continue.
20,7	36,6	9262	6451	N¼NW	modéré.		NNW	9	Neige rare et par intermittences.
20,4	36,7	9266	6464	N¼NE	assez fort.		»	10	Neige rare et par intermittences.
20,4	36,2	9270	6459	NNE	faible.		N¼NE	7	Légers flocons de neige tout le jour.
20,0	36,8	9259	6450	NNE	modéré.		ENE	4	Légers flocons vers le milieu du jour.
20,5	36,5	9256	6434	NW	faible.		NNE	10	Légers flocons, puis grésil et pluie la nuit.
21,1	36,6	9263	6454	N¼NW	faible.		NNE	9	Brouillards peu denses.
20,8	37,0	9263	6467	S à W	km 8,2	kg 0,63	W	10	Le soir : neige, grésil et pluie.
20,9	36,6	9268	6467	WNW	11,2	1,18	NW	10	Continuellement pluvieux.
20,5	36,8	9271	6478	W	12,3	1,43	WNW	10	Continuellement pluvieux.
19,9	36,6	9277	6489	variable.	6,6	0,41	NNE	10	Le temps pluvieux avant le jour.
19,5	36,9	9274	6490	ESE	12,9	1,57	»	9	Uniformément couvert le jour.
20,4	36,6	9281	6496	E	3,7	0,13	»	1	Givre épais. Brouillards très-épais le soir.
19,5	37,0	9289	6529	SE	6,2	0,36	SSW	4	Givre épais matin et soir.
20,0	37,2	9289	6534	SE	6,7	0,42	SSW	6	Id. Id.
20,8	37,4	9291	6545	S	8,8	0,73	SSW *k*	1	Id. Id.
19,7	37,1	9297	6552	S	14,1	1,87	S	8	Temps pluvieux le soir.
20,0	37,2	9297	6555	S	21,3	4,27	»	8	Temps pluvieux le soir; rosée le matin.
20,0	37,1	9298	6553	S à W	»	»	WNW	9	Id. Id. Id.
19,6	36,6	9300	6543	SW	33,3	10,45	SW	8	Pluvieux matin et soir.
19,1	36,4	9302	6543	SW	»	»	SW *k*	1	Rosée matin et soir.
19,0	36,3	9312	6563	S à W	12,9	1,57	SW	8	Gelée blanche le matin.
19,0	36,7	9307	6563	WNW	14,3	1,93	WNW	3	Gouttes de pluie le matin.
19,2	36,8	9317	6589	WNW	6,7	0,42	NNW	10	Brouillards le matin ; pluie fine le soir.
20,1	37,2	9317	6603	N	7,9	0,59	NNW	10	Pluvieux dans la matinée.
19,2	36,8	9325	6609	NE	9,1	0,78	NE à SE	10	Uniformément couvert.
18,7	37,0	9328	6622	NE à WNW	7,8	0,57	NE	8	Gouttes de pluie par intervalles.
19,2	36,7	9334	6628	NW	»	»	»	10	Pluie rare vers le milieu du jour.
18,7	36,6	9336	6629	NW à S	8,7	0,71	WSW	9	» »

à 21) * Perturbations. (18, 19) Valeurs déduites des mesures absolues prises sur la fortification. (20, 21) Valeurs déduites
esures absolues faites au pavillon magnétique.
) (25) Le signe W indique l'ouest, conformément à la décision de la Conférence internationale de Vienne.
) Vitesses maxima : le 20, 45^{km},4; le 21, 41^{km},7; le 22, 50^{km},0.
) La lettre *k* désigne les cirrhus dont la direction, quand ils sont visibles, est donnée de préférence à celle des
nuages. — (A) L'anémomètre enregistreur est emporté à 7 heures du matin par une rafale.

Moyennes horaires et moyennes mensuelles (Décembre 1875).

		6h M.	9h M.	Midi.	3h S.	6h S.	9h S.	Minuit.	Moyennes.
Déclinaison magnétique	17° +	18',8	18',8	22',8	21',5	20',0	18',2	18',3	17°.20',0
Inclinaison »	65° +	36,6	36,8	36,9	36,7	36,8	36,9	36,9	65.36,8
Force magnétique totale	4, +	6523	6522	6514	6519	6520	6522	6519	4,6519
Composante horizontale	1, +	9292	9289	9284	9289	9288	9287	9286	1,9288
Électricité de tension (1)		»	»	»	»	»	»	»	»
Baromètre réduit à 0°		mm 758,73	mm 759,34	mm 759,21	mm 758,93	mm 759,24	mm 759,34	mm 759,23	mm 759,10
Pression de l'air sec		753,72	754,34	753,89	753,54	753,93	754,06	754,05	753,89
Tension de la vapeur en millimètres		5,01	5,00	5,32	5,39	5,31	5,28	5,18	5,21
État hygrométrique		94,0	92,7	87,7	87,3	90,9	92,5	93,2	91,5
Thermomètre du jardin		1°,32	1°,56	3°,29	3°,53	2°,59	2°,38	1°,98	2°,30
Thermomètre électrique à 20 mètres		1,48	1,47	2,87	3,50	2,80	2,36	2,11	2,31
Degré actinométrique		0,00	7,34	24,82	10,67	0,00	»	»	8,57
Thermomètre du sol. Surface		0,70	1,40	3,97	3,22	1,69	1,76	1,32	1,92
» à 0m,02 de profondeur		2,24	1,86	2,25	2,53	2,33	2,24	2,20	2,26
» à 0m,10 »		2,36	2,30	2,34	2,53	2,60	2,58	2,60	2,47
» à 0m,20 »		3,17	3,17	3,16	3,18	3,27	3,30	3,31	3,23
» à 0m,30 »		2,88	2,92	2,93	2,96	2,98	3,00	3,00	2,95
» à 1m,00 »		5,80	5,79	5,79	5,78	5,79	5,78	5,78	5,79
Udomètre à 1m,80		mm 5,0	mm 1,5	mm 0,9	mm 0,4	mm 1,6	mm 6,4	mm 6,6	mm t. 22,4
Pluie moyenne par heure		0,83	0,50	0,30	0,13	0,53	2,13	2,20	»
Évaporation moyenne par heure (16 jours) (2)		0,02	0,02	0,04	0,05	0,05	0,02	0,02	t. (11,3)?
Vitesse moy. du vent en kilom. par heure		11,63	9,61	10,60	11,36	10,86	10,91	11,69	11,04
Pression moy. du vent en kilog. par heure		1,28	0,87	1,06	1,21	1,11	1,12	1,29	1,15

Moyennes horaires.

Heures.	Déclinais.	Pression.	Température. à 2m.	Température. à 20m.	Heures.	Déclinais.	Pression.	Température. à 2m.	Température. à 20m.
1h matin	17°.19',3	mm 759,12	1°,85	2°,05	1h soir	17°.22',7	mm 759,04	3°,67	3°,31
2 »	20,7	58,96	1,77	1,99	2 »	22,4	58,94	3,75	3,52
3 »	21,4	58,80	1,71	1,91	3 »	21,5	58,92	3,55	3,51
4 »	21,1	58,66	1,63	1,82	4 »	20,8	59,00	3,21	3,34
5 »	19,9	58,63	1,51	1,67	5 »	20,1	59,13	2,85	3,05
6 »	18,8	58,72	1,32	1,48	6 »	20,0	59,24	2,60	2,80
7 »	18,2	58,93	1,21	1,33	7 »	19,8	59,31	2,47	2,59
8 »	17,9	59,16	1,27	1,30	8 »	19,0	59,34	2,41	2,46
9 »	18,8	59,34	1,55	1,47	9 »	18,2	59,34	2,39	2,37
10 »	20,4	59,42	2,07	1,83	10 »	17,6	59,32	2,29	2,29
11 »	22,1	59,36	2,71	2,35	11 »	17,8	59,28	2,13	2,21
Midi	22,9	59,20	3,30	2,88	Minuit	18,3	59,23	1,98	2,12

Thermomètres de l'abri (moyennes du mois.)

Des minima .... 0°,2 Des maxima .... 4°,7 Moyenne............. 2°,2

Thermomètres de la surface du sol.

Des minima.... ...... 1°,0 Des maxima. . ..... 6°,6 Moyenne.... ... . 2°,8

Températures moyennes diurnes par pentades.

1875. Nov. 27 à Déc. 1	−2°,1	Déc. 7 à 11	−0°,5	Déc. 17 à 21	4°,4
Déc. 2 à Déc. 6	−3,7	» 12 à 16	2,2	» 22 à 26	6,6
				» 27 à 31	6,0

(1) Unité de tension, la millième partie de la tension totale d'un élément Daniell pris égal à 28 700.

(2) En centièmes de millimètre et pour le jour moyen.